



TESLA
BM 529

TESLA
EXPORT KOVO
IMPORT

BM 529

Výrobní číslo:

Заводской номер:

Production No.:

ZKOUŠEČ TRANZISTORŮ

Přístroj umožňuje měření základních stejnosměrných a střídavých parametrů tranzistorů a tranzistorů řízených elektrickým polem a diod nízkého a středního výkonu v širokém plynule nastavitelném rozsahu pracovních bodů do 25 V/100 mA.

Přístroj umožňuje zkoušet funkci tranzistorů a tranzistorů řízených elektrickým polem, zapojených v obvodech. Přístrojem lze rovněž určit základní parametry tyristorů, diaců a triaců.

ИСПЫТАТЕЛЬ ТРАНЗИСТОРОВ

Прибор дает возможность измерять основные параметры транзисторов по постоянному и переменному току, а также транзисторов, управляемых полем, и диодов низкой и средней мощности в широком, плавно регулируемом диапазоне режимов работы до 25 В/100 мА.

Прибор дает возможность проверять работу транзисторов и транзисторов, управляемых электрическим полем, включенных в схемы. С помощью прибора можно также определять основные параметры тиристоров, диakov и триakov.

TRANSISTOR TESTER

This instrument enables the measurement of the basic DC and AC parameters of transistors, including those of field effect types, and the data of low and medium-power diodes, within a wide continuously controllable range of working points up to 25 V/100 mA.

The instrument enables in situ functional tests on transistors, including field effect types, and is applicable also for the determination of the basic parameters of thyristors, diacs and triacs.

Výrobce:

Завод-изготовитель:

Makers:

TESLA VRÁBLE k.p., Nádražná 502, 952 17 Vráble, ČSSR

OBSAH

1. Rozsah použití přístroje	5
2. Sestava úplně dodávky	7
3. Technické údaje	7
4. Princip činnosti přístroje	10
5. Pokyny pro vybalení a přípravu přístroje k provozu	12
6. Návod k obsluze a používání přístroje	13
7. Popis mechanické konstrukce přístroje	39
8. Podrobný popis zapojení	39
9. Pokyny pro údržbu přístroje	42
10. Pokyny pro opravy	43
11. Pokyny pro dopravu a skladování	55
12. Údaje o záruce	56
13. Rozpis elektrických součástí	57
14. Přílohy	

СОДЕРЖАНИЕ

1. Назначение прибора	5
2. Комплектность поставки	7
3. Технические данные	7
4. Принцип действия прибора	10
5. Указания по распаковке, и подготовке прибора к эксплуатации	12
6. Инструкция по эксплуатации прибора	13
7. Описание механической конструкции прибора	39
8. Подробное описание схемы	39
9. Указания по уходу за прибором	42
10. Указания по ремонту	43
11. Указания по транспортировке и хранению	55
12. Условия гарантии	56
13. Спецификация электрических деталей	57
14. Приложения	

CONTENTS

1. Scope of application of the instrument	5
2. Contents of a complete consignment	7
3. Technical data	7
4. Principle of the instrument operation	10
5. Instructions for unpacking the instrument and preparations for its use	12
6. Instructions for manipulation and use of the instrument	13
7. Description of the mechanical design of the instrument	39
8. Detailed description of the circuitry	39
9. Instructions for maintenance of the instrument	42
10. Instructions for repairs	43
11. Instructions for transport and storage	55
12. Guarantee	56
13. List of electrical components	57
14. Enclosures	

Vzhledem k rychlému vývoji světové elektroniky mění se obvody a přistupují a zlepšují se součásti našich přístrojů.

Někdy vinou tisku a požadavků expedice se nám nepodaří zanést tyto změny do tištěných příruček.

Změny se proto v případě potřeby uvádějí na zvláštním listě.

Ввиду бурного развития мировой электроники изменяются схемы, появляются новые и совершенствуются детали наших приборов.

Иногда по вине печати и требований отправления нам не удастся внести изменения в печатные пособия.

В этом случае изменения указываются на специальном листе.

Owing to the rapid development of electronics in the world, the circuits of our instruments are altered and components of new types or improved design are employed.

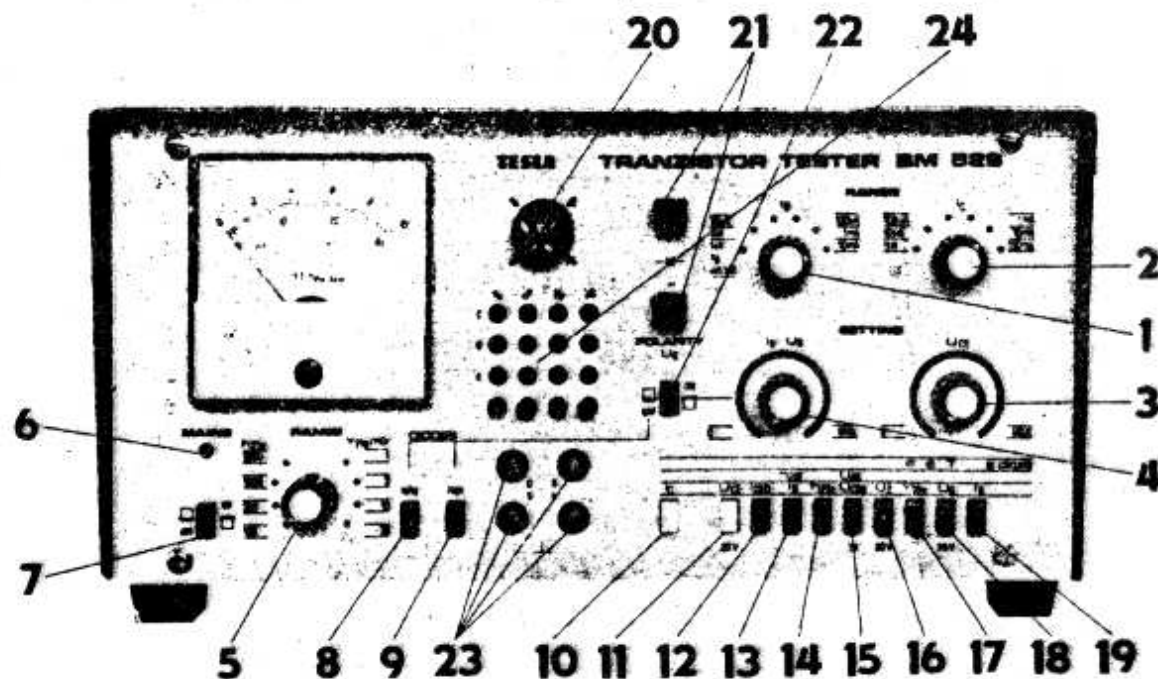
Sometimes, due to printing terms or the requirement of speedy shipping, it is impossible to include a description of such alterations in the appropriate printed manual.

Therefore, if necessary, such alterations are given in a loose leaf.

Pohled na přední panel

Вид передней панели

Front panel



Obr. 1 Рис. 1 Fig. 1

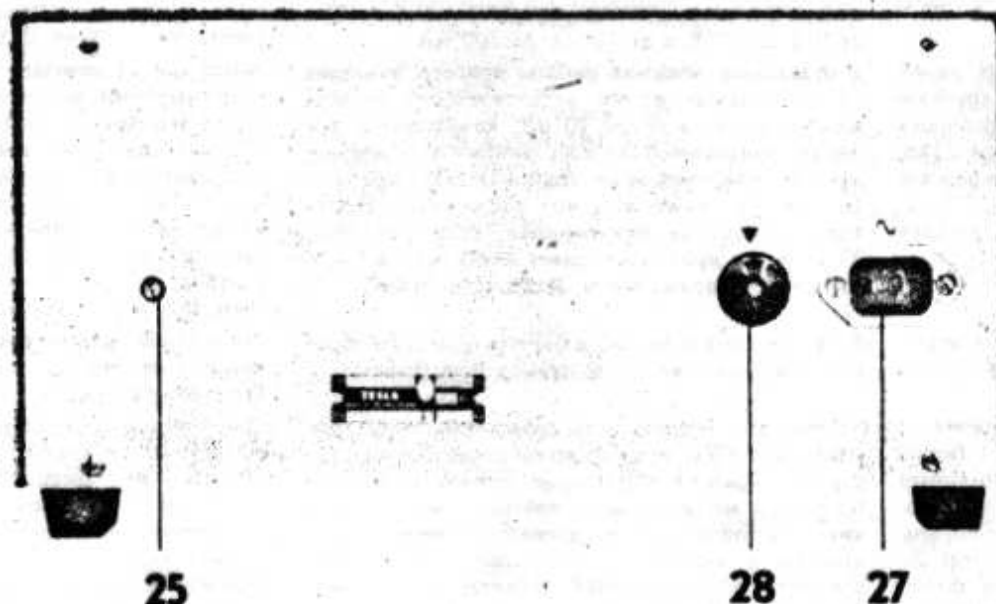
- 1 — Přepínač rozsahů I_B
- 2 — Přepínač rozsahů I_C
- 3 — Nastavení U_{CE}
- 4 — Nastavení I_B , U_C

- 5 — Přepínač rozsahů h_{21e} , γ_{21e}
- 6 — Kontrolní doutnavka
- 7 — Síťový vypínač
- 8, 9 — Přepínání polarity NPN - PNP
- 10 — Tlačítko kontroly nastaveného kolektorového proudu — bez aretace
- 11 — Tlačítko kontroly nastaveného kolektorového napětí — bez aretace

- 1 — Переключатель пределов I_B
- 2 — Переключатель пределов I_C
- 3 — Установка U_{CE}
- 4 — Установка I_B , U_C
- 5 — Переключатель пределов h_{21e} , γ_{21e}
- 6 — Контрольная лампа тлеющего разряда
- 7 — Сетевой выключатель
- 8, 9 — Переключение полярности п-р-п и р-п-р
- 10 — Кнопка контроля установленного тока коллектора — без арретации
- 11 — Кнопка контроля установленного напряжения коллектора — без арретации

- 1 — Selector of the I_B range
- 2 — Selector of the I_C range
- 3 — Potentiometer for voltage U_{CE} adjustment
- 4 — Potentiometer for current I_B and voltage U_C adjustment
- 5 — Selector of the h_{21e} or γ_{21e} range
- 6 — Glow lamp
- 7 — Mains switch
- 8, 9 — NPN - PNP change-over switches
- 10 — Push-button (without lock) for checking the set collector current
- 11 — Push-button (without lock) for checking the set collector voltage

- | | | |
|---|---|---|
| 12 — Měření zbytkového proudu I_{CBO} [přesunutím kolíků v kombinátoru 24 měření I_{CBO} , I_{CEU} atd.] | 12 — Измерение остаточного тока I_{CBO} (путем перемещения штифта в коммутаторе 24 измерения I_{CBO} , I_{CEU} и т. д.) | 12 — Push-button for the measurement of residual current I_{CBO} (after changing the plugs in the combination field 24, it serves for the measurement of I_{CBO} , I_{CEU} , etc.) |
| 13 — Měření stejnosměrného proudu báze I_B , odečítání stejnosměrného proudového zesilovacího činitele h_{FE} | 13 — Измерение постоянного тока базы I_B , отсчет коэффициента усиления по постоянному току h_{FE} | 13 — Push-button for the measurement of DC base current I_B and for reading the DC current amplification factor h_{FE} |
| 14 — Měření střídavého proudového zesilovacího činitele h_{FE} | 14 — Измерение коэффициента усиления по переменному току h_{FE} | 14 — Push-button for the measurement of AC current amplification factor h_{FE} |
| 15 — Měření napětí 0-1 V [saturační napětí a přední napětí diod] U_{CES} , U_{AK} | 15 — Измерение напряжения 0-1 В (напряжение насыщения и падение напряжения на диодах) U_{CES} , U_{AK} | 15 — Push-button for the measurement of voltages U_{CES} and U_{AK} (saturation voltage and forward voltage of diodes) within the range 0 to 1 V |
| 16 — Měření Zenerova napětí U_Z | 16 — Измерение напряжения Зенера U_Z | 16 — Push-button for the measurement of Zener voltage U_Z |
| 17 — Měření strmosti FETů y_{21e} | 17 — Измерение крутизны FET y_{21e} | 17 — Push-button for the measurement of slope y_{21e} of FETs |
| 18 — Měření napětí bradla FETu U_G | 18 — Измерение напряжения затвора FET U_G | 18 — Push-button for the measurement of gate voltage U_G of FETs |
| 19 — Měření proudu báze I_B při měření tranzistorů zapojených v obvodech | 19 — Измерение тока базы I_B при измерении транзисторов, включенных в схемы | 19 — Push-button for the measurement of base current I_B of transistors connected in circuits |
| 20 — Držák pro upínání měřeného tranzistoru nebo FETu | 20 — Держатель для крепления измеряемого транзистора или FET | 20 — Holder for the measured transistor or FET |
| 21 — Držák pro upínání měřených diod | 21 — Держатель для крепления измеряемых диодов | 21 — Holder for the measured diode |
| 22 — Přepínání polarity předpětí U_G u FETu (při měření tranzistorů nestisknuto) | 22 — Переключение полярности напряжения смещения U_G FET (при измерении транзисторов кнопка отпущена) | 22 — Polarity change-over switch of bias voltage U_G of FETs (when measuring transistors not depressed) |
| 23 — Zdičky pro připojení kabelů při měření tranzistorů, nebo FETů zapojených v obvodech, nebo při měření tranzistorů, diod nebo FETů s pouzdem z plastu, jež nelze uchytnout v držáku 20 nebo 21 | 23 — Зажимы для подключения кабелей при измерении транзисторов или FET, установленных в схемах, или при измерении транзисторов, диодов или FET с корпусом из пластмассы, который невозможно крепить в держателе 20 или 21 | 23 — Sockets for connecting flexes for the measurement of transistors or FETs connected in circuits, or transistors, diodes or FETs having plastic casings which cannot be inserted into the holders 20 or 21 |
| 24 — Kombinátor pro připojení vývodů měřené součástky v držáku 20 na napájecí zdroje a pro vytvoření podmínek měření zbytkových proudů | 24 — Коммутатор для подключения выводов измеряемого элемента в держателе 20 источника питания и для создания условий измерения остаточных токов | 24 — Combination field for connecting the terminals of the measured semiconductor device inserted in holder 20 to the supplies, and for setting up the conditions for the measurement of residual currents |



Obr. 2 Рис. 2 Fig. 2

25 — Nastavení nuly měřidla

27 — Síťové zástrčka

28 — Síťový volič

25 — Установка нуля прибора

27 — Сетевое гнездо

28 — Переключатель напряжения сети

25 — Screwdriver control for setting electrical zero of the meter

27 — Mains connector

28 — Mains voltage selector

1. ROZSAH POUŽITÍ PŘÍSTROJE

Přístroj umožňuje měření základních stejnosměrných a střídavých parametrů tranzistorů, FETů a diod nízkého a středního výkonu v širokém, plynu-

1. НАЗНАЧЕНИЕ ПРИБОРА

Прибор дает возможность измерять основные параметры транзисторов по постоянному и переменному току, транзисторов, управляемых полем, и диодов низкой и средней мощности в широком,

1. SCOPE OF APPLICATION OF THE INSTRUMENT

The TESLA BM 529 transistor tester enables the measurement of the basic DC and AC parameters of transistors, of FETs (field effect transistors), and of low- and medium- power diodes, within a

le nastavitelném rozsahu pracovních bodů $0 + 25 \text{ V}$ a 10 nA až 100 mA .

V jednotlivých funkcích přístroje se měří napětí a proud nastaveného pracovního bodu, zbytkové proudy $> 10 \text{ nA}$, stejnosměrný i střídavý proudový zesilovací činitel tranzistorů, saturační napětí (kolektoru tranzistorů), případně i závěrná napětí kolektoru a přechodu emitor-báze, jsou-li $< 25 \text{ V}$. Dále přístroj měří strmost FETů a jejich prahové napětí a zbytkové proudy.

U diod lze měřit závěrný a přední proud i napětí a Zenerovo napětí.

Přístroj umožňuje zkoušet funkci tranzistorů a FETů zapojených v obvodech. Ověřit lze i funkci tyristorů, diaců a triaců. Díky minimální vlastní spotřebě a stabilitě vestavěného měřiče lze v uvedeném rozsahu jednoduše proměřovat voltampérové charakteristiky dvojpólu i čtyřpólu. Přístroj obsahuje operační zesilovač, pracující jako měřičí zesilovač stejnosměrných i střídavých napětí a proudů, dva regulovatelné zdroje a přepínače rozsahu a funkcí. Měření střídavého proudového zesilovacího činitele tranzistorů h_{21e} a strmosti FETů y_{21e} (v obvodech i mimo ně) se provádí malým signálem s kmitočtem 50 Hz . Zkoušení funkce tranzistorů zapojených v obvodech je zajištěno měřením stejnosměrné složky proudů báze a kolektoru při napájení kolektoru a báze měřeného tranzistoru střídavým signálem asi $2 \text{ V}/50 \text{ Hz}$.

Poznámka:

Pro tranzistor řízený elektrickým polem je používána zkratka FET.

plavno regulíruemom díapazone režimov ráботы от 0 V до 25 V и от 10 nA до 100 mA .

В отдельных режимах работы прибора измеряется напряжение и ток установленного режима, остаточные токи более 10 nA , коэффициент усиления транзисторов по постоянному и переменному току, напряжение смещения (коллектора транзистора), а также обратное напряжение коллектора и перехода эмиттер-база, если они менее 25 V . Далее прибор измеряет крутизну FET и их пороговое напряжение и остаточные токи.

В случае диодов можно измерять прямой и обратный ток, напряжения и напряжения Зенера.

Урибор дает возможность проверять работу транзисторов и FET, включенных в схеме. Можно проверить и работу тиристоров, диакон и триаков. Благодаря минимальному собственному потреблению и устойчивости встроенного измерительного прибора в указанном диапазоне можно просто измерять вольтамперные характеристики двух-полюсника и четырехполюсника. Прибор содержит операционный усилитель, работающий в качестве измерительного усилителя постоянных и переменных напряжений и токов, два регулируемых источника и переключатели пределов и режимов работы. Измерение коэффициента усиления по переменному току транзисторов h_{21e} и крутизны FET y_{21e} (в схемах и вне их) осуществляется малым сигналом частотой 50 Гц . Испытание работ: транзисторов в электронных схемах осуществляется путем измерения постоянной составляющей токов базы и коллектора при питании коллектора и базы измеряемого транзистора сигналом переменного тока прилб. $2 \text{ В}/50 \text{ Гц}$.

Примечание:

Для транзистора, управляемого электрическим полем, применяется сокращение FET.

wide range of continuously controllable working points from 0 V to 25 V and 10 nA to 100 mA .

When the appropriate mode of operation is set, the instrument measures the voltage and current at the selected working point, the residual current $> 10 \text{ nA}$, the DC as well as AC current amplification factor of transistors, the saturation voltage (of transistor collectors), and also the cut-off voltage of the collector and of the emitter-base junction, provided they are lower than 25 V . Further, the tester measures the slope of FETs, their threshold voltage and residual currents.

The cut-off current and the forward current and voltage, as well as the Zener voltage of diodes are measurable also.

The instrument enables the carrying out of functional tests on transistors and FETs connected in circuits. The function of thyristors, diacs and triacs can be investigated also. Due to the very low power consumption and high stability of the built-in meter, the volt-ampere characteristics of dipoles and quadripoles are easily measurable within the ranges of the instrument. An operational amplifier factor works as a measuring amplifier of DC as well as AC voltages and currents. The transistor tester has two built-in controllable power supplies and is provided with range and operation mode selectors. The measurement of the AC current amplification h_{21e} of transistors and of the slope y_{21e} of FETs (either connected in circuits, or not) is carried out by the application of a weak signal of 50 Hz frequency. Functional in situ tests on transistors (connected in circuits) are carried out by measuring the DC components of the base and collector currents whilst the base and the collector of the measured transistor are supplied with an AC signal of approximately $2 \text{ V}/50 \text{ Hz}$.

OBSAH

2. SESTAVA ÚPLNĚ DODÁVKY

Zkoušeč tranzistorů BM 529
1 ks Síťová šňůra
3 ks Držák tranzistorů 1AK 497 03
16 ks Kolík kontaktní 1AF 459 07
Instrukční knížka
Balicí list
Záruční list

3. TECHNICKÉ ODAJE

3.1. Nastavení pracovního bodu (při jmenovitém síťovém napětí)

Napětí U_{CE} 0 - 28 V

0 V - 1 V pro $I_C = 10\% - 100\%$ ze zařazeného rozsahu, I_C - ve funkci U_{AK} , U_{CES}

0,8 V - 28 V pro $I_C \leq 1$ mA plynule v jednom rozsahu

0,8 V - 25 V pro $I_C \leq 20$ mA plynule v jednom rozsahu

0,8 V - 22 V pro $I_C \leq 100$ mA plynule v jednom rozsahu

Proud I_C : 0 - ± 100 mA plynule v šesti rozsazích

Proud I_B : 0 - ± 10 mA plynule v pěti rozsazích

Pro FETy napětí U_G : 0 - ± 25 V plynule v jednom rozsahu

3.1.1. Měření pracovního bodu

měření U_{CE} : rozsah 0 - ± 30 V, jeden rozsah, chyba $\pm 5\%$ z plné výchylky

měření I_C : rozsah 0 - 100 mA, v dílčích rozsazích 1 μ A, 10 μ A, 100 μ A, 1 mA, 10 mA, 100 mA, chyba $\pm 5\%$ z plné výchylky

СОДЕРЖАНИЕ

2. КОМПЛЕКТНОСТЬ ПОСТАВКИ

Испытатель транзисторов BM 529
1 шт. Сетевой шнур
3 шт. Держатель транзисторов 1AK 497 03
16 шт. Контактный штифт 1AF 459 07
Инструкция по эксплуатации
Упаковочный лист
Гарантийное свидетельство

3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

3.1. Установка режима работы (при номинальном напряжении сети)

Напряжение U_{CE} : 0 - 28 В

0 - 1 В при $I_C = 10\% - 100\%$ из избранного диапазона, I_C - во функции U_{AK} , U_{CES}

0,8 - 28 В при $I_C \leq 1$ mA плавно в одном диапазоне

0,8 - 25 В при $I_C \leq 20$ mA плавно в одном диапазоне

0,8 - 22 В при $I_C \leq 100$ mA плавно в одном диапазоне

ток I_C : 0 - ± 100 mA плавно в шести поддиапазонах

ток I_B : 0 - ± 10 mA плавно в пяти поддиапазонах

Для FET напряжение U_G : 0 - ± 25 В плавно в одном поддиапазоне

3.1.1. Измерение режима работы

Измерение U_{CE} : предел 0 - ± 30 В, один поддиапазон, погрешность $\pm 5\%$ от полного отклонения

Измерение I_C : предел 0 - 100 mA в поддиапазонах 1 мкА, 10 мкА, 100 мкА, 1 mA, 10 mA, 100 mA, погрешность $\pm 5\%$ от полного отклонения

CONTENTS

2. CONTENTS OF A COMPLETE CONSIGNMENT

Transistor tester BM 529
1 pc. Mains cord
3 pcs. Transistor holder 1AK 497 03
16 pcs. Contact plug 1AF 459 07
Instruction Manual
Packing Note
Guarantee Certificate

3. TECHNICAL DATA

3.1. Working point setting (at rated mains voltage)

Voltage U_{CE} 0 - 28 V:

0 to 1 V at $I_C = 10\%$ to 100% from the chosen range, I_C - in function U_{AK} , U_{CES}

0.8 to 28 V at $I_C \leq 1$ mA continuously in one range

0.8 to 25 V at $I_C \leq 20$ mA continuously in one range

0.8 to 22 V at $I_C \leq 100$ mA continuously in one range

Current I_C : 0 to ± 100 mA, continuously in 6 ranges

Current I_B : 0 to ± 10 mA, continuously in 5 ranges

Voltage U_G for FETs: 0 to ± 25 V, continuously in 1 range

3.1.1. Working point measurement

Measurement of U_{CE} : Range 0 to ± 30 V, in 1 range. Error $\pm 5\%$ of the f. s. d.

Measurement of I_C : Range 0 to 100 mA. In partial ranges: 1 μ A, 10 μ A, 100 μ A, 1 mA, 10 mA, 100 mA. Error $\pm 5\%$ of the f. s. d.

měření I_B : rozsah 0 + 10 mA, v dílčích rozsazích 1 μ A, 10 μ A, 100 μ A, 1 mA, 10 mA, chyba $\pm 5\%$ z plné výchylky

Poznámka:

Pro měření všech druhů zbytkových proudů I_{CBO} , I_{CEO} atd. platí stejné rozsahy jako pro I_C . Zapojení kombinátoru pro jednotlivé případy měření je v kapitole 6.

3.2. Měřené parametry

3.2.1. Stejnoseměrný proudový zesilovací činitel h_{21E}

rozsah: 0 + 10 000

a) přímé odečtení na hyperbolické stupnici při nastavení kolektorového proudu $I_C = 1 \mu A, 10 \mu A, 100 \mu A, 1 mA, 10 mA, 100 mA$

b) jako poměr $\frac{I_C}{I_B}$ pro libovolné I_C
chyba: viz chyba I_C a I_B , bod 3.1.1.

3.2.2. Střídavý proudový zesilovací činitel h_{21E}

rozsah: 5 + 3000 v dílčích rozsazích 100, 300, 1000, 3000

chyba: $\pm 10\%$ z plné výchylky

3.2.3. Strmost FET y_{21E}

rozsah: 0,1 + 30 mA/V v dílčích rozsazích 1, 3, 10, 30 mA/V

chyba: $\pm 10\%$ z plné výchylky

3.2.4. Saturační napětí U_{CES}

rozsah: 0 + 1 V, jeden rozsah
chyba: $\pm 5\%$ z plné výchylky

Poznámka:

Proud I_B a I_C možno individuálně nastavit.

Измерение I_B : предел 0 + 10 мА в поддиапазонах 1 мкА, 10 мкА, 100 мкА, 1 мА, 10 мА
погрешность $\pm 5\%$ от полного отклонения

Примечание:

Для измерения всех видов остаточных токов I_{CBO} , I_{CEO} и т. д. справедливы те же пределы, как и для I_C . Схема клеммника для отдельных случаев измерения дана в главе 6.

3.2. Измеряемые параметры

3.2.1. Коэффициент усиления по постоянному току h_{21E}

Предел: 0 + 10 000

a) прямой отсчет по гиперболической шкале при установке тока коллектора $I_C = 1 \mu A, 10 \mu A, 100 \mu A, 1 mA, 10 mA, 100 mA$

b) в качестве отношения $\frac{I_C}{I_B}$ для любого значения I_C

Погрешность: см. погрешность I_C и I_B пункт 3.1.1.

3.2.2. Коэффициент усиления по переменному току h_{21E}

Предел: 5 + 3000 с поддиапазонами 100, 300, 1000, 3000

Погрешность: $\pm 10\%$ от полного отклонения

3.2.3. Крутизна FET y_{21E}

Диапазон: 0,1 + 30 мА/В разбит на поддиапазоны 1, 3, 10, 30 мА/В

Погрешность: $\pm 10\%$ от полного отклонения

3.2.4. Напряжение насыщения U_{CES}

Диапазон: 0 + 1 В, один поддиапазон

Погрешность: $\pm 5\%$ от полного отклонения

Примечание:

Ток I_B и I_C можно установить индивидуально

Measurement of I_B : Range 0 to 10 mA. In partial ranges: 1 μ A, 10 μ A, 100 μ A, 1 mA, 10 mA.
Error $\pm 5\%$ of the f. s. d.

Note:

For the measurement of all the residual currents I_{CBO} , I_{CEO} , etc., the same ranges are available as for I_C measurement. The connections of the combination field for each individual case are given in Section 6.

3.2. Measured parameters

3.2.1. DC current amplification factor h_{21E}

Range: 0 to 10 000

a) Direct indication on a hyperbolic scale with the collector current I_C set to 1 μ A, 10 μ A, 100 μ A, 1 mA, 10 mA or 100 mA

b) As the ratio $\frac{I_C}{I_B}$ at any I_C value.

Error: Given by the errors of I_C and I_B (see item 3.1.1.).

3.2.2. AC current amplification factor h_{21E}

Range: 5 to 3000 in partial ranges: 100, 300, 1000, 3000

Error: $\pm 10\%$ of the f. s. d.

3.2.3. Slope y_{21E} of FETs

Range: 0,1 to 30 mA/V in partial ranges: 1, 3, 10, 30 mA/V

Error: $\pm 10\%$ of the f. s. d.

3.2.4. Saturation voltage U_{CES}

Range: 0 to 1 V, in 1 range

Error: $\pm 5\%$ of the f. s. d.

Note:

The currents I_B and I_C are adjustable individually

3.2.5. Zenerovo napětí U_z

rozsah: 0 + 25 V, v jednom rozsahu

chyba: $\pm 5\%$ z plné výchylky

Poznámka:

Proud I_z možno nastavit v rozsahu 0 + 100 mA (max. 2 W)

3.2.6. Proudový zesilovací činitel tranzistoru v obvodech

rozsah: 0 + 1000 ve třech dílčích rozsazích (podle poloh přepínače I_C a I_B)

chyba: je ovlivňována součástkami obvodu

3.2.7. Strmost FETu v obvodech

rozsah: 0,1 + 30 mA/V ve čtyřech dílčích rozsazích

chyba: je ovlivňována součástkami v obvodech

3.3. Pracovní podmínky

Referenční teplota: $+23^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$

Rozsah teplot: $+5^\circ\text{C} + +40^\circ\text{C}$

Relativní vlhkost: 10% + 80%

Tlak vzduchu: 86 000 Pa až 106 000 Pa

Napájecí napětí (jmenovité): 220 V/120 V $\pm 10\%$

Druh napájecího proudu: střídavý, sinusový, zkreslení menší 5%

Kmitočet napájecího napětí: 50 Hz $\pm 2\%$

PRkon: 24 VA

Vnější magnetické pole: zanedbatelné

Vnější elektrické pole: zanedbatelné

Poloha přístroje: vodorovná nebo nakloněná 5°

3.2.5. Напряжение Зенера U_z

Диапазон: 0 + 25 В в одном поддиапазоне

Погрешность: $\pm 5\%$ от полного отклонения

Примечание:

Ток I_z можно установить в пределах 0 + 100 mA (макс. 2 Вт).

3.2.6. Коэффициент усиления по току транзисторов в схемах

Диапазон: 0 + 1000 разбит на три поддиапазона (в зависимости от положения переключателей I_C и I_B)

Погрешность: определяется влиянием элементов схемы

3.2.7. Крутизна FET в схемах

Диапазон: 0,1 + 30 mA/V разбит на четыре поддиапазона

Погрешность: определяется влиянием элементов схемы

3.3. Условия эксплуатации

Температура нормальная: $+23^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$

Диапазон температур: $+5^\circ\text{C} + +40^\circ\text{C}$

Относительная влажность: 10% — 80%

Давление воздуха: 86 000 Па — 106 000 Па

Напряжение питания (номинальное): 220 В/120 В $\pm 10\%$

Вид питающего тока: переменный, синусоидальный, к. н. и. менее 5%

Частота питающего напряжения: 50 Гц $\pm 2\%$

Потребляемая мощность: 24 ВА

Внешнее магнитное поле: пренебрежимо мало

Внешнее электрическое поле: пренебрежимо мало

Положение прибора: горизонтальное или наклонное 5°

3.2.5. Zener voltage U_z

Range: 0 to 25 V, in 1 range

Error: $\pm 5\%$ of the f. s. d.

Note:

The current I_z is adjustable within the range 0 to 100 mA (max. 2 W)

3.2.6. Current amplification factor of transistors connected in circuits

Range: 0 to 1000, in 3 partial ranges (depending on the position of the I_C and I_B selectors)

Error: Dependent on that of the circuit components

3.2.7. Slope of FETs connected in circuits

Range: 0.1 to 30 mA/V, in 4 partial ranges

Error: Dependent on that of the circuit components

3.3. Operating conditions

Reference temperature: $+23^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$

Temperature range: $+5^\circ\text{C}$ to $+40^\circ\text{C}$

Relative humidity range: 10% to 80%

Atmospheric pressure range: 86 000 Pa to 106 000 Pa

Powering voltage (rated): 220 V or 120 V, $\pm 10\%$

Powering current: AC, sinusoidal waveform, distortion less than 5%

Frequency of powering voltage: 50 Hz $\pm 2\%$

Power consumption: 24 VA

External magnetic field: Negligible

External electric field: Negligible

Operating position of the instrument: Horizontal, or tilted through 5°

Bezpečnostní třída: I podle ČSN 35 8501

Osazení: 10 — 1 ks, dioda — 20 ks

Rozměry přístroje: výška 155 mm, šířka 318 mm, hloubka 215 mm, hmotnost asi 2 kg

Rozměry zabaleného přístroje: výška 370 mm, šířka 400 mm, hloubka 320 mm, hmotnost asi 6 kg

Класс безопасности: по МЭК

Комплектация: интегральные схемы 1 шт., диоды 20 шт.

Размеры прибора: высота 155 мм, ширина 318 мм, глубина 215 мм, вес прибл. 2 кг

Размеры упакованного прибора: высота 370 мм, ширина 400 мм, глубина 320 мм, вес прибл. 6 кг

Intrinsic safety: Class I., according to the Czechoslovak Standard ČSN 35 8501, in conformity with IEC recommendations

Complement: 1 Integrated circuit, 20 Diodes

Dimensions and weights of the instrument: Height 155 mm, Width 318 mm, Depth 215 mm, Weight Approx. 2 kg

Packed: Height 370 mm, Width 400 mm, Depth 320 mm, Weight 6 kg

4. PRINCIP ČINNOSTI PŘÍSTROJE

Zjednodušené blokové schéma je na obr. 3. Báze a kolektor měřeného prvku jsou napájeny z oddělených zdrojů U_1 a U_2 , regulovatelných v mezích $0 - \pm 25$ V.

V sérii s napájením jsou zapojeny přepínače rozsahů (P2.1 a P3.1) měření proudu I_C a I_B (h_{21e}), odpory pro řízení střídavého proudu kolektoru (P3.4) při měření h_{21e} a y_{21e} a sériové odpory, nutné při nastavování proudu otevřenými přechody (P2.2 a P3.2). Napětí na elektrodách měřeného prvku se snímá z děliče, zapojeného na příslušné svorky.

Všechny měřicí odpory přepínačů P2.1 a P3.1 jsou voleny tak, aby napětí na nich na plnou výchylku při všech funkcích byla stejná. Přepínačem funkcí se pro jednotlivé dekády připojuje měřicí zesilovač s měřidlem (s usměrňovacím můstkem) ve zpětné vazbě.

Střídavá budicí napětí (proudy) se získávají ze stabilizovaného zdroje ~ napětí U_3 . Rozsahy měření střídavých parametrů y_{21e} a h_{21e} se mění přepínačem P1.1.

4. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ПРИБОРА

Упрощенная блок-схема дана на рис. 3. База и коллектор измеряемого элемента питаются от отдельных источников U_1 и U_2 регулируемых в пределах $0 - \pm 25$ В. Последовательно с цепями питания включены переключатели пределов (P2.1 и P3.1) измерения тока I_C и I_B (h_{21e}), сопротивления для измерения переменного тока коллектора (P3.4) при измерении h_{21e} и y_{21e} и последовательные сопротивления, необходимые для установки тока, протекающего через открытые переходы (P2.2 и P3.2). Напряжение на электродах измеряемого элемента снимается с делителя, подключенного к соответствующему зажиму.

Все измерительные сопротивления переключателей P2.1 и P3.1 выбраны так, чтобы напряжение на них при полном отклонении было одинаковым при всех режимах работы прибора. Переключателем режимов работы подключается измерительный усилитель с измерительным прибором (с выпрямительным мостом) в цепи обратной связи для отдельных декад.

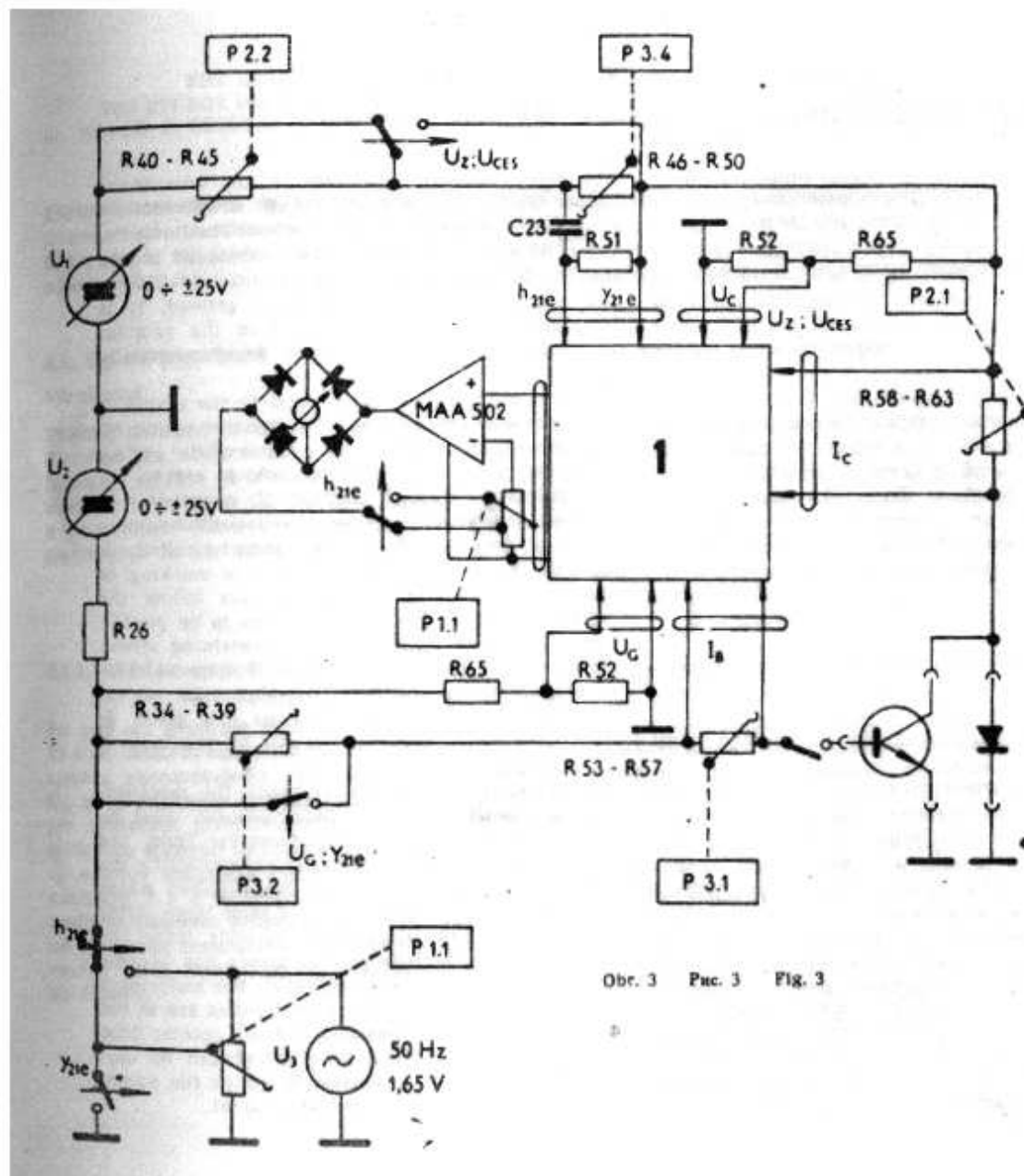
Переменные напряжения возбуждения (токи) снимаются со стабилизированного источника переменного напряжения U_3 . Диапазоны измерения переменных параметров y_{21e} и h_{21e} устанавливаются переключателем P1.1.

4. PRINCIPLE OF THE INSTRUMENT OPERATION

A simplified block schematic diagram of the instrument is in Fig. 3. The base and the collector of the measured semiconductor device are powered by separate supplies U_1 and U_2 , which are controllable within the range 0 to ± 25 V. In series with the powering are the range selectors (P2.1 and P3.1) of the currents I_C and I_B (h_{21e}), the resistors (P3.4) for AC collector current control in the measurement of h_{21e} and y_{21e} , and the series resistors (P2.2 and P3.2) which serve for adjusting the open-junction currents. The voltages on the electrodes of the device under test are picked up from a divider connected to the appropriate terminals.

All the measuring resistors of the selectors P2.1 and P3.1 are rated so that the voltages across them, which cause full-scale deflection of the meter, are the same in all modes of operation. The measuring amplifier with meter (and rectifying bridge) in its feedback loop is connected to the individual decades with the mode selector.

The AC driving voltages (currents) are produced by a stabilized AC voltage supply U_3 . The control P1.1 serves for selecting the ranges for measuring the AC parameters y_{21e} and h_{21e} .



Obr. 3 Рис. 3 Fig. 3

- 1 — Přeřinač funkcí
- 1 — Переключатель режима работы
- 1 — Mode selector

5. ПОКЫНЫ ПРО ВЫБАЛЕНІ А ПРІПРАВУ ПРІСТРОЈЕ К ПРОВОЗУ

Прыбор не выžaduje żadnych засахўд пед уведеніем да ходу а по выбалені ё ё камазітё шапен ро-узівані. В прыпадё засіані прыстроје к вырбелі ё трёба, абы бл забален да балені, ве ктёрём бл додан. Зеймёна ё трёба, абы поліетылёновы сáчек бл непрудыснё узавфен.

Пед прыпоженіем прыстроје на сі ё прёсвёдчём, за ё прыстрој прыпожен на справнё сітové напёті. Прыпоженіё се проваді котóу́чкэм во́лічэ на задні стёнё прыстроје. Высрòубуёмё шрòуб упрострэд во-лічэ напёті, кòтòу́ч во́лічэ повытáхнёмё а нато́чёмё так, абы чісло у́дáвáячій справнё сітové напёті было под трóйáгелнікòвую зна́чкòу. Шрòуб опёт за-шрòубуёмё, а тём кòтòу́чэк зафісёмё. Зáрове́н ё нутно вымёніт сітòвую пòісёлку (пříслушнё ёоднòты ёсòу уведены в кáпітòле 3).

З вырòхніòу зáвòду ё прыстрој наставен на напётí сітё 220 V.

Пед запнутіем прыстроје на сітové напётí зкòнтрòлуёмё, прыпаднё доставіёмё механікòу нòлу мё-фідла. Прòпожёмё зáстрёчкòу сітòвы прывòд а запнутіём сітòвòгò выпінáчэ уведёмё прыстрој до прòво-зу, сòу ё індікòвáно рòзсвícеніём кòнтрòлкы. По запнуті вы́чкáмё асі 10 s, неж дойдё к устáлені электрíчкё нòлы прыстроје (ру́чкa мёфідла се устáлі на нòлє). Пáк лзе зачít мёфені. Ёсòу-лі в́сёхна тлá-чítкa і стлáчєна а несòуһлáсі прёсто нòла, лзе ј до-ставіт пòтенціомётрём — NULA (25), вывєденём на заднім панелу прыстроје. Дòставені прòведёмё шрòубòвáкэм.

5. УКАЗАНИЯ ПО РАСПАКОВКЕ И ПОДГОТОВКЕ ПРИБОРА К ЭКСПЛУАТАЦИИ

Прыбор не нуждáется в особым приёмам пед пуском в эксплуатацию и после распаковки он мгновенно гòтов для использования. В случае от-правления прибора на завод-изготòвитель неòб-ходимо упáковать ёго в тару, в кòтòрой бл по-ставлен прыбор. Осòбенно неòбходимо, чòбы по-ліетіленовый пакєтік был герметічески закрьт.

Пед подклòученіем прыбора к сєті неòбходимо убєдїтсь в том, чò что прыбор переклòчен на пà-вільное напяржєніє сєті. Переклòченіє осущє-ствлється с пòмòщью дїска переклòчàтєля на задней стєнке прыбора. Вывинтїт ь вїнт в цєнтрє переклòчàтєля напяржєнія, дїск переклòчàтєля выдвїнуть и пòвєрнуть ёго так, чòбы чїсло, опрєдєляющее пàвільное напяржєніє сєті, на-хòділось прòтив трєугòльной мєткї. Вїнт сновa зятянуть, в рєзультàтє чєго дїск фіксірується.

Сòгласно с тем нужно прòизвєстї замєну сєтєво-гò штєпсєля (сòгласующїє вєлічїны нахòдятся в главє 3).

На заводе-изготòвительє прыбор устанòвлен на на-пяржєніє сєті 220 В.

Пед подклòученіем прыбора к сєті прòкòнтрò-лировать и в случае неòбходимòстї устанòвїт механіческий нòль прыбора. Подклòчїт шнур с вїлькòй к сєті и пòтєм вклòчєнія сєтєвòгò тумблєра вклòчїт прыбор. Вклòчєніє прыбора сòпрòвòждается зажігáнієм кòнтрòльной лáмпы. Пòждòт прыбл. 10 сєк. для устанòвленїя элє-ктрíчєскòгò нòля прыбора (стрєлка прыбора устá-новїтсь в нулєвом пòлòжєніи). Пòслє этòгò мòж-но нàчàт ь измєрєнія. Ёсòу в́сє кнòпкї отпòущєны и прыбор не дàєт нулєвòгò отклòнєнія стрєлки, тò пòлòжєніє ручкї мòжно устанòвїт пòтєнци-омётрём НУЛЬ (25) на задней панєлі прыбора. Устáновку осущєствїт с пòмòщью отвєрткї.

5. INSTRUCTIONS FOR UNPACKING THE INSTRUMENT AND PREPARATION FOR ITS USE

The instrument does not require any adjustment before setting it in operation, as it is immediately ready for use after being unpacked. Should it be- come necessary to return the instrument to the makers for any reason, it is essential to employ the original packing in which it arrived. It is especially important to place it in the original polyethylene bag which must be hermetically sealed.

Before connecting the instrument to the mains, it is essential to ensure that it is switched to the AC voltage available. On the back panel of the instru- ment is the voltage selector which serves for changing the voltage setting, if necessary, as follows: After removing the retaining screw in the centre of the selector, the disc has to be pulled out partially and then turned so that the marking of the available mains voltage appears below the triangular index. Then, the disc has to be pushed home again and secured with the retaining screw. Whenever the setting of the mains voltage selector is altered, the mains fuse cartridge must be ex- changed (the appropriate ratings are given in item 3.3). Each instrument is set by the makers for operation from 220 V mains.

Before switching on the instrument, the mechani- cal zero position of the meter pointer must be checked and readjusted, if necessary. Then, the power has to be switched on after connecting the instrument to the mains with the supplied mains cord. Powering is indicated by a pilot lamp. After the elapse of approximately 10 seconds, when the electrical zero position of the meter has become stable (the pointer indicates zero), the instrument is ready for use. If all the push-buttons are in the idle position (not depressed) and the pointer does not indicate zero, then, its position can be cor- rected by using a screwdriver to adjust the poten- tiometer (25) ZERO on the back panel.

6. NÁVOD K OBSLUZE A POUŽÍVÁNÍ PŘÍSTROJE

Zkoušeč tranzistorů je konstruován v I. bezpečnostní třídě, to znamená, že při zapojení síťové šňůry dojde ke spojení kostry přístroje s ochranným vodičem.

6.1. Měření tranzistorů

Všeobecně

Přístroj obsahuje tlačítka s aretací i bez aretace. Tlačítka bez aretace 10 a 11 umožňují při všech funkcích měření po stisknutí rychlou kontrolu pracovního bodu I_C a U_C . Tlačítka je nutno podržet a po uvolnění přístroj opět měří parametr zvolený tlačítky 12 až 19, která mají pevnou aretaci.

6.1.1. Příprava měření

Po zapnutí přístroje tlačítkem 7 SÍŤ vyčkáme asi 10 s na ustálení ručky měřidla. Před vsunutím tranzistoru zkontrolujeme, zda tlačítko 22 POLARITA U_C není stisknuto (pokud ovšem nechceme měřit při zavřeném přechodu báze — emitor) a zda je stisknuto správné tlačítko 8 nebo 9 podle toho, je-li měřený tranzistor typu NPN nebo PNP. Potenciometry 3 a 4 vytočíme doleva na jejich nulové hodnoty. Nakonec propojíme na kombinátoru správné elektrody tranzistoru (kolektor na C, báze na B, emitor na E, stínění na E) a zasuneme tranzistor do držáku.

6. ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРИБОРА

Испытатель транзисторов сконструирован по I-му классу безопасности, что означает, что при включении сетевого шнура имеет место соединение корпуса прибора с защитным проводом.

6.1. Измерение транзисторов

Общее

Прибор содержит кнопки с арретацией и без арретации. Кнопки без арретации 10 и 11 дают возможность при всех режимах работы после нажатия осуществлять быстрый контроль режима работы I_C и U_C . Кнопки необходимо держать в нажатом положении и после отпускания прибор опять измеряет параметр установленный кнопками 12 - 19 с арретацией.

6.1.1. Подготовка измерений

После включения прибора кнопкой 7 СЕТЬ подождать прибл. 10 сек для установления стрелки прибора. Перед установкой транзистора убедиться в том, что кнопка 22 ПОЛЯРНОСТЬ U_C не нажата (если, однако, не требуется измерять при запертом переходе база — эмиттер) и что нажата правильная кнопка 8 или 9 в зависимости от типа измеряемого транзистора n-p-n или p-n-p. Потенциометры 3 и 4 установить в левое крайнее положение, соответствующее их нулевому значению. Наконец соединить на коммутаторе правильно электроды транзистора (коллектор к C, базу к B, эмиттер к E, экран к E) и вставить транзистор в держатель.

6. INSTRUCTIONS FOR MANIPULATION AND USE OF THE INSTRUMENT

The transistor tester has been designed to meet the stipulations for Class I. intrinsic safety; consequently, when its mains cord is used for powering, its framework becomes connected to the mains protective (earthed) conductor.

6.1. Measurement of transistors

General

The instrument has locking-type push-buttons, as well as such without lock. The push-buttons 10 and 11 (without lock) enable the speedy checking of the set working point I_C , U_C in all operation modes of the instrument. During this check, the respective push-button must be kept depressed; after releasing it, the instrument measures again the parameter selected by means of one of the locking-type push-buttons 12 to 19.

6.1.1. Preparation for the measurement

After switching on the mains power with the push-button (7) MAINS, approximately 10 seconds have to elapse for the pointer of the meter to become stable. Before connecting the transistor to be tested, it is essential to ensure that the push-button (22) POLARITY U_C is not depressed (unless a measurement with closed junction base-emitter is contemplated), and that either push-button 8 or 9 is depressed, depending on the type NPN or PNP of the transistor to be tested. The potentiometers 3 and 4 have to be turned fully counterclockwise to zero. Finally, the electrodes of the transistor have to be connected by means of the combination field (the collector to C, the base to B, the emitter to E, the screening to E) and the transistor inserted into the holder.

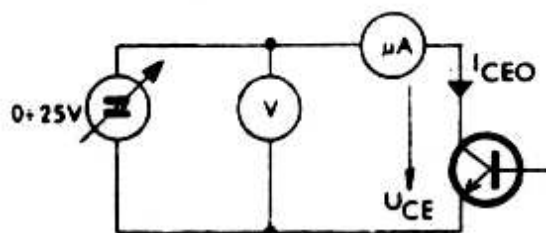
6.1.2. Měření zbytkových proudů a závěrných napětí přechodů tranzistoru

Měření I_{CEO}

Přípravu měření provedeme podle odstavce 6.1.1. Pak stiskneme tlačítko 12 — I_{CEO} . Po stisknutí tlačítka je měřený tranzistor zapojen podle obr. 4. Kolektorové napětí U_{CE} nastavujeme potenciometrem 3 při stlačeném tlačítku 11 — U_{CE} . Nastavené napětí odečítáme na stupnici měřidla 0-30 V. Toto tlačítko 11 je bez zretace, takže když ho pustíme, měřidlo ukazuje hodnotu I_{CEO} , kterou odečítáme na stupnici 0-10. Rozsahy I_{CEO} měníme přepínačem 2.

Příklad:

Tranzistor KF506
Tranzistor KF50b
Transistor KF508



Měření I_{CBO}

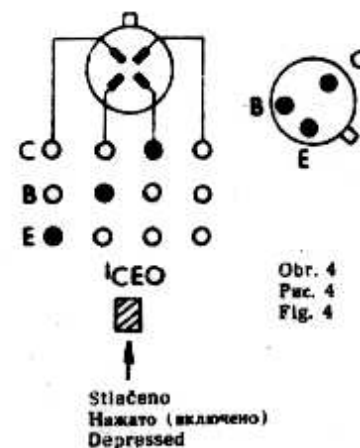
Postupujeme stejně jako při měření I_{CEO} , pouze elektrody tranzistoru propojíme na kombinátoru

6.1.2. Измерение остаточных токов и напряжений запирания переходов транзисторов

Измерение I_{CEO}

Подготовку к измерению осуществить по пункту 6.1.1. Затем нажать на кнопку 12 — I_{CEO} . После нажатия на кнопку измеряемый транзистор включен по схеме, приведенной на рис. 4. Напряжение коллектора U_{CE} устанавливается потенциометром 3 при нажатой кнопке 11 — U_{CE} . Установленное напряжение отсчитывается по шкале прибора 0-30 В. Эта кнопка 11 не имеет арретации, в результате чего после ее отпущения прибор показывает значение I_{CEO} , которое отсчитывается по шкале 0-10. Пределы I_{CEO} переключаются переключателем 2.

Пример:



Obr. 4
Рис. 4
Fig. 4

6.1.2. Measurement of the residual currents and the cut-off voltages of the transistor junctions

Measurement of I_{CEO}

After carrying out the preparations for measurement as described in item 6.1.1., the push-button (12) I_{CEO} has to be depressed. Thus, the transistor is connected for measurement according to Fig. 4. The collector voltage has to be set with the potentiometer 3 whilst the push-button (11) U_{CE} is kept depressed. The selected voltage can be read on the scale 0 to 30 V of the meter. The push-button 11 has no lock; when it is released, the meter indicates the I_{CEO} value on the scale 0 to 10. The I_{CEO} ranges are selectable with the selector 2.

Example:

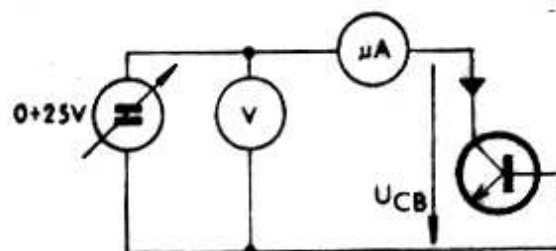
Measurement of I_{CBO}

The procedure is the same as for the measurement of I_{CEO} however, the electrodes have to be con-

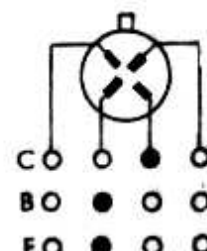
tak, že mezi svorky C-E se napojí přechod CB.
Obr. 5. Přechod z měření I_{CEO} na I_{CBO} provedeme
přesunutím kolíku bez manipulace se samotným
transistorem.

Пример:

Tranzistor KF506
Транзистор KF506
Transistor KF506



Obr. 5 Рис. 5 Fig. 5



nedected by means of the combination field so that
the junction C-B is between the terminals C-E
as shown in Fig. 5. This rearrangement has to be
carried out by altering the position of one plug
without handling the transistor under test.

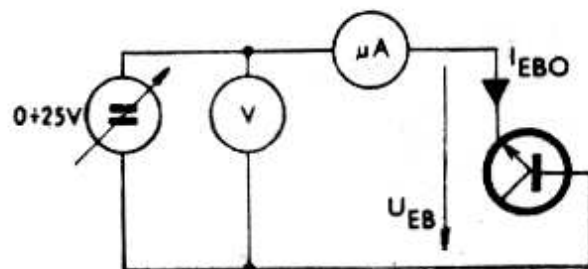
Example:

Мěření I_{EBO}

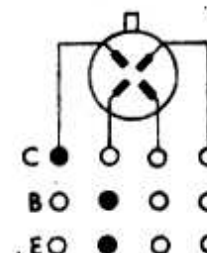
Пřesunutím kolíku na kombinátoru nastavíme mě-
ření I_{EBO} podle obr. 6.

Пример:

Tranzistor KF506
Транзистор KF506
Transistor KF506



Obr. 6 Рис. 6 Fig. 6



Измерение I_{EBO}

Путем перестановки штифта на коммутаторе уста-
новить измерение I_{EBO} по рис. 6.

Пример:

Measurement of I_{EBO}

The instrument has to be prepared for the mea-
surement of I_{EBO} according to Fig. 6 by altering
the position of one plug in the combination field.

Example:

Měření I_{CES}

Přesunutím dvou kolíků na kombinátoru nastavíme měření I_{CES} podle obr. 7.

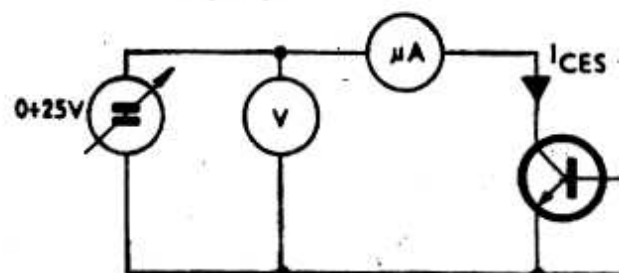
Příklad:

Tranzistor KP506
Транзистор КР506
Transistor KP506

Измерение I_{CES}

При перемещении двух штифтов на коммутаторе установить режим измерения I_{CES} по рис. 7.

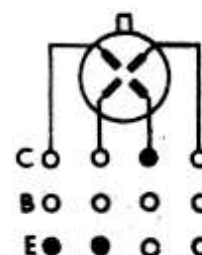
Пример:



Measurement of I_{CES}

The instrument has to be prepared for the measurement of I_{CES} according to Fig. 7 by altering the positions of two plugs in the combination field.

Example:



Obr. 7 Рис. 7 Fig. 7

Měření I_{CEO}

Zapojíme jako při měření I_{CEO} a mezi zdířky 23 B - E zapojíme odpor R dané velikosti. Obr. 8.

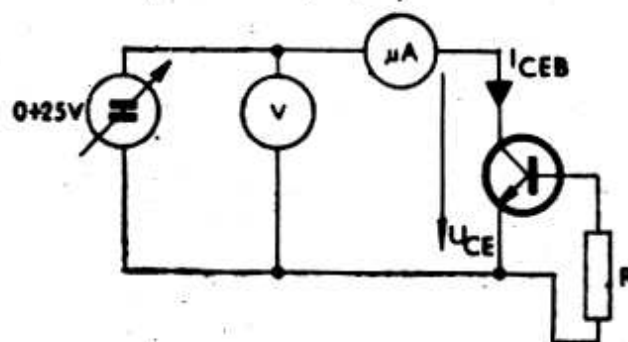
Příklad:

Tranzistor KP506
Транзистор КР506
Transistor KP506

Измерение I_{CEO}

Включить транзистор так же, как и при измерении I_{CEO} , и между зажимами 23 В - Е включить сопротивление R заданной величины. Рис. 8.

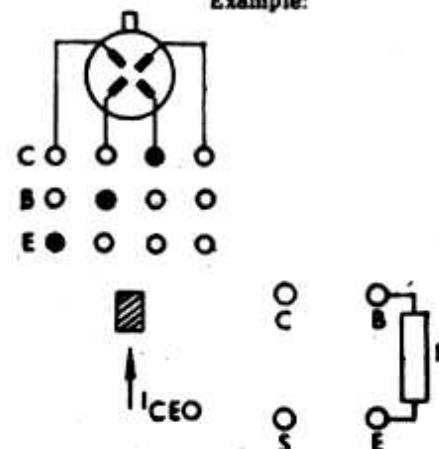
Пример:



Measurement of I_{CEO}

The connection of the transistor is similar to that for I_{CEO} measurement; however, a resistor of the appropriate value has to be connected between the sockets (23) B - E. The measuring circuit is given in Fig. 8.

Example:



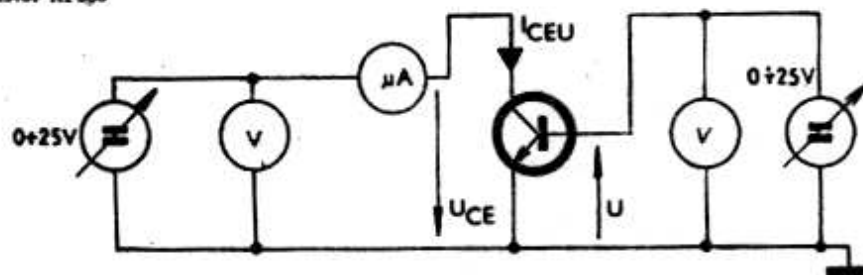
Obr. 8 Рис. 8 Fig. 8

Měření I_{CEU}

Provedeme přípravu měření podle odstavce 6.1.1. Pak stiskneme tlačítko 18 (U_G) a tlačítko 22 (POLARITA U_G). Potenciometrem 4 nastavíme dané závěrné napětí U na stupnici 0 + 30 V. Při stlačení tlačítka 11 (U_{CE}) nastavíme potenciometrem 3 dané napětí U_{CE} na stupnici 0 + 30 V. Uvolníme tlačítko 11 a po stlačení tlačítka 10 (I_C) odečítáme I na stupnici 0 + 10 zbytkový proud I_{CEU} v rozsahu určeném polohou přepínače 2. Pozor na překročení dovoleného napětí emitoru (obvykle 4 + 8 V). Zapojení při měření I_{CEU} je na obr. 9.

Пример:

Transistor KF506
Транзистор KF506
Transistor KF506



Poznámka:

Při měření uvedených zbytkových proudů je možno změřit závěrné napětí U_{CE} , U_{CB} nebo U_{EB} po stisknutí tlačítka 11 na rozsahu 0 + 30 V nebo 15 na rozsahu 0 + 1 V. Obyčejné napětí na přepínačích rozsahů stejnosměrných proudů je na všech rozsazích proudů 3,65 mV maximálně.

Измерение I_{CEU}

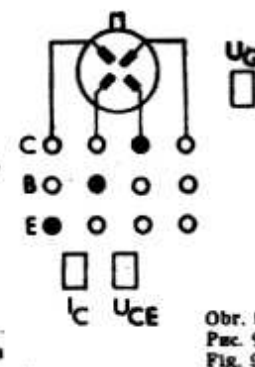
Осуществляется подготовка измерения по пункту 6.1.1. Затем нажать на кнопку 18 (U_G) и кнопку 22 (ПОЛЯРНОСТЬ U_G). Потенциометром 4 установить данное напряжение запирающего U по шкале 0 – 30 В. При нажатой кнопке 11 (U_{CE}) установить потенциометром 3 данное напряжение U_{CE} по шкале 0 + 30 В. Отпустить кнопку 11 и после нажатия на кнопку 10 (I_C) отсчитать по шкале 0 + 10 остаточный ток I_{CEU} в пределах, установленных положением переключателя 2. Не следует выходить за пределы допустимого напряжения эмиттера (обычно 4 + 8 В). Схема измерения I_{CEU} дана на рис. 9.

Пример:

Measurement of I_{CEU}

After carrying out the preparations described in item 6.1.1., the push-button (18) U_G and the push-button (22) POLARITY U_G have to be depressed. Then, the given cut-off voltage U has to be set with the potentiometer 4 and read on the scale 0 to 30 V. With the push-button (11) U_{CE} depressed, the potentiometer 3 has to be used for setting the given voltage U_{CE} on the scale 0 to 30 V. Then, the push-button 11 has to be released and, after depressing the push-button (10) I_C , the value of I_{CEU} can be read on the scale 0 to 10 within the range set with the selector 2. The permissible emitter voltage (usually 4 to 8 V) must not be exceeded. The circuit for I_{CEU} measurement is shown in Fig. 9.

Example:



Notes:

When the residual currents are measured as described, it is possible to ascertain the cut-off voltage U_{CE} , U_{CB} or U_{EB} on the scale 0 to 30 V after depressing the push-button 11, or on the scale 0 to 1 V with the push-button 15 depressed. The voltage drop across the DC current range selectors is maximum 3.65 mV in all the ranges.

6.1.3. Měření zesílení tranzistoru

6.1.3.1. Měření h_{21E}

h_{21E} stejnosměrný proudový zesilovací činitel

I_B stejnosměrný proud báze

I_C odpovídající stejnosměrný proud kolektoru

Měření h_{21E} můžeme provádět dvojím způsobem:

- a) Přímým odečtením h_{21E} na červené hyperbolické stupnici, jež platí tehdy, nastavíme-li kolektorový proud na $I_C = 1 \mu A, 10 \mu A, 100 \mu A, 1 mA, 10 mA$ nebo $100 mA$ (označeno červenou značkou).

Postupujeme takto:

Provedeme přípravu podle 6.1.1. Pak provedeme nastavení pracovního bodu tranzistoru tak, že při stlačení tlačítka 11 (U_{CE}) nastavíme potenciometrem 3 kolektorové napětí U_{CE} , jehož velikost odečítáme na stupnici 0 + 30 V. Kolektorový proud I_C nastavíme změnou proudu báze přepínačem 1 a potenciometrem 4 při stlačení tlačítka 10 (I_C). Po uvolnění tlačítka 10 (I_C) ukáže měřidlo proud báze I_B v rozsahu daném polohou přepínače 1. Zesilovací činitel h_{21E} určíme z údaje stupnice měřidla vynásobením poměrem kolektorového proudu I_C a zařazeného rozsahu I_B . Tento poměr je 1, 10, 100, 1000 atd.

Příklad:

Měření tranzistoru KF506: Nastaveno $U_{CE} = 6 V$; $I_C = 10 mA$. Stisknutím $I_B = 0,2 mA$ nebo 5 na červené hyperbolické stupnici. Obr. 10.

6.1.3. Измерение коэффициента усиления транзистора

6.1.3.1. Измерение h_{21E}

h_{21E} — коэффициент усиления по постоянному току

I_B — постоянный ток базы

I_C — соответствующий постоянный ток коллектора

Измерение h_{21E} можно осуществлять по двум методам:

- a) путем прямого отсчета h_{21E} по красной гиперболической шкале, которая справедлива в том случае, если установлен ток коллектора $I_C = 1 \mu A, 10 \mu A, 100 \mu A, 1 mA, 10 mA$ или $100 mA$ (показано красной риской).

При этом поступают следующим образом:

Выполнить подготовку к измерениям по пункту 6.1.1. Затем установить режим работы транзистора, для чего при нажатой кнопке 11 (U_{CE}) установить потенциометром 3 напряжение коллектора U_{CE} , величина которого отсчитывается по шкале 0 + 30 В. Ток коллектора I_C установить, изменив ток базы переключателем 1 и потенциометром 4 при нажатой кнопке 10 (I_C). После отпущения кнопки 10 (I_C) измерительный прибор определяет ток базы I_B в пределах, заданных положением переключателя 1. Коэффициент усиления h_{21E} определяется путем отсчета по шкале прибора после умножения на отношение тока коллектора I_C и установленного предела I_B . Это отношение составляет 1, 10, 100, 1000 и т. д.

Пример:

Измерение транзистора KF506: Установлено $U_{CE} = 6 V$; $I_C = 10 mA$. При нажатии $I_B = 0,2 mA$ или 5 по красной гиперболической шкале. Рис. 10.

6.1.3. Measurement of amplification factor of transistors

6.1.3.1 Measurement of h_{21E}

h_{21E} — DC current amplification factor

I_B — DC base current

I_C — Corresponding DC collector current

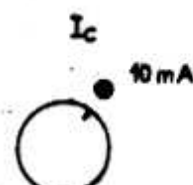
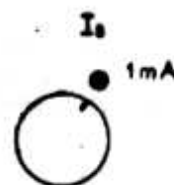
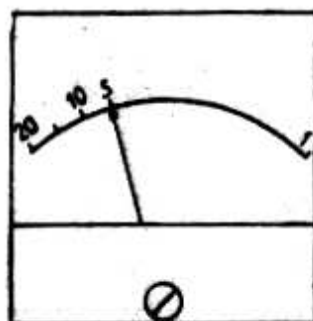
This measurement can be carried out in two different ways:

- a) By reading the h_{21E} value directly on the red hyperbolic scale of the meter which is valid when the collector current $I_C = 1 \mu A, 10 \mu A, 100 \mu A, 1 mA, 10 mA$ or $100 mA$ (marked with a red index). The procedure is as follows:

Preparations for the measurement have to be carried out according to item 6.1.1. and then, working point of the transistor set. With the push-button (11) U_{CE} depressed, the U_{CE} collector voltage has to be adjusted with the potentiometer 3 and read on the scale 0 to 30 V. The collector current I_C has to be set by altering the base current by means of the selector 1 and the potentiometer 4 whilst keeping the push-button (10) I_C depressed. After releasing the push-button (10) I_C , the meter indicates the base current I_B within the range given by the position of the selector 1. The sought amplification factor h_{21E} can be computed by multiplying the meter indication by the ratio between the collector current I_C and the selected I_B range (which ratio is 1 or 10 or 100, 1000, etc.).

Example:

The transistor to be measured is KF506. The values set are: $U_{CE} = 6 V$, $I_C = 10 mA$. With the push-button 10 depressed, $I_B = 0,2 mA$, i. e. 5 on the red hyperbolic scale (Fig. 10).



Obr. 10 Рис. 10 Fig. 10

$$h_{21E} = (\text{oděd měřidla}) \cdot \frac{\text{nastavený } I_C}{\text{zařazený rozsah } I_B} = \frac{5 \cdot 10 \text{ mA}}{1 \text{ mA}} = 50$$

b) h_{21E} určíme výpočtem $\frac{I_C}{I_B}$. Používáme tehdy, když potřebujeme měřit při I_C jiném, než je uvedeno v bodě a).

Příklad:

Tranzistor KF506 měříme při kolektorovém proudu $I_C = 3 \text{ mA}$. Po nastavení $I_C = 3 \text{ mA}$ obvyklým způsobem přístroj po uvolnění tlačítka 10 ukáže např. $I_B = 50 \mu\text{A}$.

Potom

$$h_{21E} = \frac{3 \text{ mA}}{50 \mu\text{A}} = 60$$

Není-li hodnota I_{CBO} zanedbatelná vůči I_C , musíme ji při určení h_{21E} uvažovat tak, že ji odečteme od údaje I_C a pak platí:

$$h_{21E} = \frac{I_C - I_{CBO}}{I_B}$$

Poznámka 1:

Levá krajní poloha přepínače 1 označená $1 \mu\text{A}$ umožňuje jemnější nastavení proudu báze těchto

$$h_{21E} = (\text{показание прибора}) \cdot \frac{\text{установ. } I_C}{\text{устан. диапазон } I_B} = \frac{5 \cdot 10 \text{ mA}}{1 \text{ mA}} = 50$$

b) h_{21E} определяется путем расчета $\frac{I_C}{I_B}$. Этот способ используется в том случае, если необходимо измерять при другом I_C , отличающемся от значения, указанного в пункте а).

Пример:

Транзистор KF506 измеряется при токе коллектора $I_C = 3 \text{ mA}$. После установки $I_C = 3 \text{ mA}$ аналогичным образом прибор после отпущения кнопки 10 показывает, например, $I_B = 50 \mu\text{A}$.

Затем

$$h_{21E} = \frac{3 \text{ mA}}{50 \mu\text{A}} = 60$$

Если значение I_{CBO} не является малым по отношению к I_C , то ее необходимо учитывать при определении h_{21E} , т. е. эту величину необходимо вычесть из показания I_C . В этом случае справедлива формула:

$$h_{21E} = \frac{I_C - I_{CBO}}{I_B}$$

Примечание 1:

Левое крайнее положение переключателя 1, обозначенное через $1 \mu\text{A}$, дает возможность более

$$h_{21E} = \text{Meter indication} \cdot \frac{I_C \text{ value set}}{I_B \text{ range selected}} = \frac{5 \cdot 10 \text{ mA}}{1 \text{ mA}} = 50$$

b) By computation from the formula: $h_{21E} = \frac{I_C}{I_B}$. This method is used when the measurement has to be carried out with an I_C value other than those given in item a).

Example:

The transistor KF506 has to be measured at $I_C = 3 \text{ mA}$. This value has to be set in the usual manner. After releasing the push-button 10, the meter shows a deflection, e. g. $I_B = 50 \mu\text{A}$.

Then,

$$h_{21E} = \frac{3 \text{ mA}}{50 \mu\text{A}} = 60$$

If the value I_{CBO} is not negligibly small in comparison with I_C , then in the measurement of h_{21E} it must be taken into consideration, i. e. it must be subtracted from the I_C value. Consequently,

$$h_{21E} = \frac{I_C - I_{CBO}}{I_B}$$

Note 1:

The extreme counterclockwise position, marked $1 \mu\text{A}$, of the selector 1 enables fine adjustment of

транзистор ($I_B = 0 \div 0,1 \mu A$), které mají velké h_{21E} i při nízkých kolektorových proudch. Rozsah měření I_B $1 \mu A$ zůstává zachován, stejně jako v sousední poloze přepínače 1, jež je rovněž $1 \mu A$.

Poznámka 2:

Měření při velkých proudch kolektoru $I_C \sim 100$ mA a malých napětích $U_{CE} \sim 0,2$ V je znesnadněno vnitřním odporem zdroje U_{CE} . Obvykle je třeba několikrát střídavě nastavovat I_C a U_{CE} , poněvadž se vzájemně ovlivňují.

Zapojení při měření h_{21E} je na obr. 11.

точной установки токов базы тех транзисторов ($I_B = 0 \div 0,1 \mu A$), которые обладают большим значением h_{21E} и при низких токах коллектора. Предел измерения $I_B = 1 \mu A$ сохраняется так же, как и в соседнем положении переключателя 1, который также составляет $1 \mu A$.

Примечание 2:

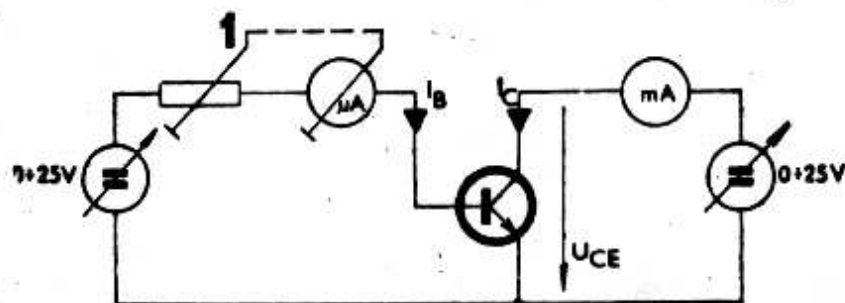
Измерение при больших токах коллектора $I_C \rightarrow 100$ mA и малых напряжениях $U_{CE} \sim 0,2$ В затрудняется в результате наличия внутреннего сопротивления источника U_{CE} . Как правило, необходимо несколько раз периодически устанавливать I_C и U_{CE} , так как они влияют друг на друга. Схема измерения h_{21E} показана на рис. 11.

the base current ($I_B = 0$ to $0.1 \mu A$) of such transistors which have high h_{21E} values even with low collector currents. The I_B measuring range of $1 \mu A$ is maintained similarly as in the next position of the selector 1 which is also marked $1 \mu A$.

Note 2:

Measurements with high collector currents $I_C \rightarrow 100$ mA and low voltages $U_{CE} \sim 0.2$ V are difficult due to the internal resistance of the supply of U_{CE} . Usually it will be necessary to readjust several times the I_C and U_{CE} settings alternately, as they have a certain mutual influence.

The circuit or the measurement of h_{21E} is given in Fig. 11.



Obr. 11 Рис. 11 Fig. 11

1 — přepínač I_B

6.1.3.2. Měření h_{21E}

h_{21E} — střídavý proudový zesilovací činitel nakrátko v zapojení společný emitor.

Přípravu měření provedeme podle bodu 6.1.1. Pak stiskneme tlačítko 14 (h_{21E}) a nastavíme pracovní bod stejně jako při měření h_{21E} . (To je, nastavíme U_{CE} potenciometrem 3 při stlačení tlačítka 11 a jeho hodnotu odečítáme na stupnici 0 - 30 V a proud I_C nastavíme potenciometrem 4 při stlačení tlačítka 11.)

1 — переключатель I_B

6.1.3.2. Измерение h_{21E}

h_{21E} — коэффициент усиления по переменному току при коротком замыкании, измеряемый по схеме с общим эмиттером.

Подготовка измерения осуществляется по пункту 6.1.1. Затем осуществляется нажатие кнопки 14 (h_{21E}) и устанавливается режим работы так же, как и при измерении h_{21E} . (Это значит, установить U_{CE} потенциометром 3 при нажатой кнопке 11 и значение напряжения отсчитывается по шкале 0 - 30 В, а ток I_C устанавливается потенциометром 4 при нажатой кнопке 11.)

1 — I_B setting

6.1.3.2. Measurement of h_{21E}

h_{21E} — AC current short-circuit amplification factor in common emitter connection.

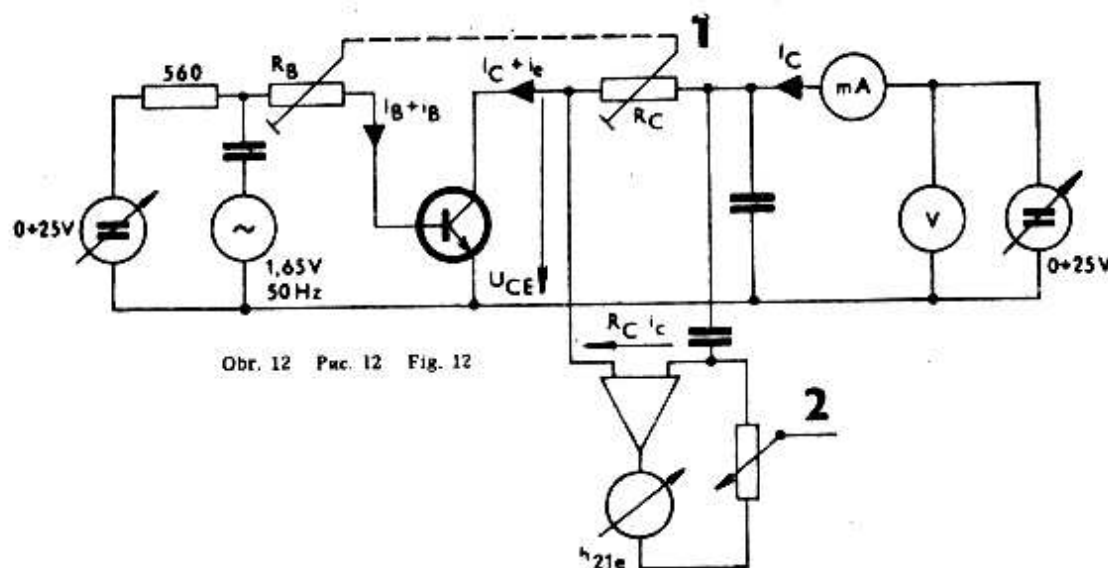
Preparations for the measurement have to be carried out as described in item 6.1.1. Then, the push-button (14) h_{21E} has to be depressed and the working point set in the same manner as for the measurement of h_{21E} (the voltage U_{CE} has to be set with the potentiometer 3 and its value read on the scale 0 - 30 V, and the current I_C is set with the potentiometer 4 when the push-button 11 is depressed.)

číslo 10 (I_C). Po uvolnění tlačítka 10 přístroj ukazuje h_{21e} na lineárních stupnicích 0 + 10 nebo 0 + 30, rozsahy h_{21e} 100, 300, 1000, 3000 se přepínají přepínačem 5. Kmitočet měrného signálu je 50 Hz, úroveň měrného signálu je při všech rozsazích několikrát menší než stejnosměrný proud I_B . Zapojení při měření h_{21e} je na obr. 12.

ле 0 + 30 В; ток I_C устанавливается потенциометром 4 при нажатой кнопке 10 (I_C). После отпущения кнопки 10 прибор показывает h_{21e} по линейным шкалам 0 + 10 или 0 + 30, пределы h_{21e} 100, 300, 1000, 3000 устанавливаются переключателем 5. Частота измерительного сигнала составляет 50 Гц, уровень измерительного сигнала на всех поддиапазонах в несколько раз меньше постоянного тока I_B .

Схема измерения h_{21e} дана на рис. 12.

on the 0 to 30 V scale with the push-button 11 kept depressed; the current I_C has to be set with the potentiometer 4 whilst keeping the push-button I_C depressed. After releasing the push-button (I_C), the meter indicates the h_{21e} value on the linear scale 0 to 10 or 0 to 30. The h_{21e} ranges 100, 300, 1000, 3000, are switchable with the selector (5) RANGE. The level of the measuring signal of 50 Hz frequency is several times lower than the DC current I_B in all the ranges. The circuit for h_{21e} measurement is given in Fig. 12.



Obr. 12 Рис. 12 Fig. 12

- 1 — přepínání rozsahů I_B [přepínač 1]
2 — přepínání rozsahů h_{21e} [přepínač 5]

- 1 — переключение диапазонов I_B (переключатель 1)
2 — переключение диапазонов h_{21e} (переключатель 5)

- 1 — I_B range switching (selector 1)
2 — h_{21e} range switching (selector 5)

Poznámka 1:

Pracovní bod zůstává zachován stejný při měření

Примечание 1:

Режим работы сохраняется неизменным как и при измерении I_B (h_{21e}) и h_{21e} . Следовательно от

Note 1:

The selected working point remains the same for the measurement of h_{21e} as for the measurement of I_B (h_{21e}). Consequently, it is possible to mea-

и h_{21e} и h_{21e} . Мůžeme tedy na měření h_{21e} přejít od měření I_B pouhým stisknutím tlačítka 14 (h_{21e}).

oznámka 2:

Měření při velkých proudech I_C a malých napětích U_{CE} je znesnadněno vnitřním odporem zdroje I_{CE} . Je třeba několikrát střídavě nastavovat I_C a U_{CE} , ovlivňují se.

oznámka 3:

Střídavý zesilovací činitel h_{21e} nelze přesně měřit levé krajní poloze přepínače 1 a vždy v první desetinné dráhy potenciometru 4, poněvadž zde $I_B \approx I_C$.

6.1.4. Měření saturačního napětí kolektoru U_{CES}

provedeme přípravu podle bodu 6.1.1. Pak stiskneme tlačítko 13 (I_B), přepínačem 1 a potenciometrem 4 nastavíme daný proud báze I_B (obvykle $I_B = 10 \text{ mA}$). Potom stiskneme tlačítko 15 (U_{CES}) a

měření I_B можно перейти к измерению h_{21e} путем простого нажатия на кнопку 14 (h_{21e}).

Примечание 2:

Измерение при больших токах I_C и малых напряжениях U_{CE} затрудняется в результате наличия внутреннего сопротивления U_{CE} . Необходимо также несколько раз произвести установку I_C и U_{CE} , которые влияют друг на друга.

Примечание 3:

Коэффициент усиления по переменному току h_{21e} можно точно измерять в левом крайнем положении переключателя 1 и всегда в первой десятой части пути потенциометра 4, так как в этом случае $I_B \approx I_C$.

6.1.4. Измерение напряжения насыщения коллектора U_{CES}

Осуществляется подготовка по пункту 6.1.1. Затем нажимается кнопка 13 (I_B), потенциометром 4 и переключателем 1 устанавливается данный ток базы I_B (обычно $I_B = 10 \text{ mA}$). Затем нажать

sure the h_{21e} value immediately after measuring I_B simply by depressing the push-button (14) h_{21e} .

Note 2:

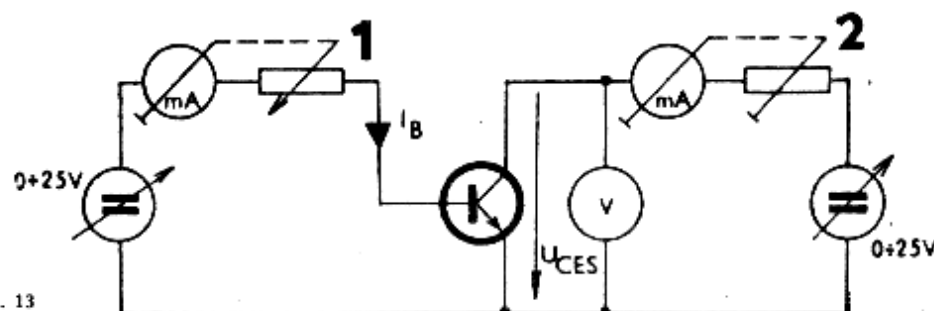
Measurements with high collector currents I_C and low voltages U_{CE} are difficult due to the internal resistance of the supply of U_{CE} . Usually, it will be necessary to readjust the I_C and U_{CE} settings alternately several times, as they have a certain mutual influence.

Note 3:

The AC amplification factor h_{21e} cannot be measured precisely when the selector 1 is set to its extreme counterclockwise position and the potentiometer 4 is set to the first tenth of its track, as $I_B \approx I_C$.

6.1.4. Measurement of the collector saturation voltage U_{CES}

After preparing for the measurement according to the instructions given in item 6.1.1., the push-button (13) I_B has to be depressed and the given base current I_B set (usually $I_B = 10 \text{ mA}$) with the



Obr. 13 Рис. 13 Fig. 13

— přepínání rozsahů I_B (přepínač 1)
— přepínání rozsahů I_C (přepínač 2)

1 — переключение диапазонов I_B (переключатель 1)
2 — переключение диапазонов I_C (переключатель 2)

1 — I_B range switching (selector 1)
2 — I_C range switching (selector 2)

při stlačení tlačítka 10 (I_C) nastavíme přepínačem 2 a potenciometrem 3 daný proud kolektoru I_C (obvykle 100 mA). Rozsah měření I_C je dán polohou přepínače 2. Po uvolnění tlačítka 10 ukáže měřidlo na rozsahu 1 V saturační napětí U_{CES} měřeného tranzistoru pro nastavený poměr $B = \frac{I_C}{I_B}$

Zapojení při měření U_{CES} je na obr. 13.

6.1.5. Zkoušení funkce tranzistorů v obvodech

Zkoušeč tranzistorů BM 529 umožňuje měření proudového zesilovacího činitele tranzistorů zapojených v obvodech. Při tomto měření je tranzistor v zapojení se společným emitorem napájen jen střídavým napětím 50 Hz do báze a kolektoru. Obr. 14.

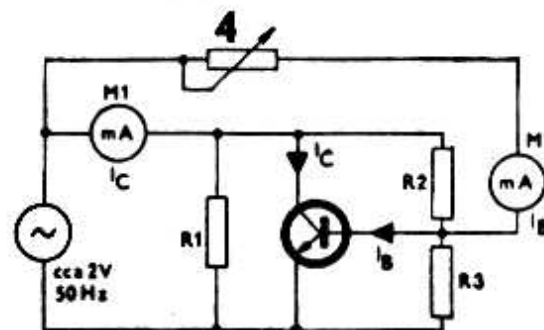
R1, R2, R3 — Impedance připojené k tranzistoru v obvodu
4 — Nastavení I_B

на кнопку 15 (U_{CES}), и при нажатой кнопке 10 (I_C) установить переключателем 2 и потенциометром 3 данный ток коллектора I_C (обычно 100 mA). Пределы измерения I_C изменяются положением переключателя 2. После отпущения кнопки 10 прибор на пределе 1 В показывает напряжение насыщения U_{CES} измеряемого транзистора для заданного отношения $B = \frac{I_C}{I_B}$

Схема при измерении U_{CES} дана на рис. 13.

6.1.5. Испытание работы транзисторов в схемах

Испытатель транзисторов BM 529 дает возможность измерять коэффициент усиления по току транзисторов, включенных в схемы. При этом измерении транзистор по схеме с общим эмиттером питается только переменным напряжением 50 Гц, подаваемым на базу и коллектор. Рис. 14.



Obr. 14 Рис. 14 Fig. 14

R1, R2, R3 — полные сопротивления подключенные к транзистору в схеме
4 — установка I_B
cca = прибли.

selector 1 and the potentiometer 4. Then, the push-button (15) U_{CES} has to be depressed and with the push button (10) I_C depressed, the given collector current I_C (usually 100 mA) set with the selector 2 and the potentiometer 3. The range of I_C measurement depends on the setting of the selector 2. After releasing the push-button 10, the meter indicates within the 1 V range the saturation voltage U_{CES} of the measured transistor at the set ratio $B = \frac{I_C}{I_B}$.

The circuit for U_{CES} measurement is given in Fig. 13.

6.1.5. Testing of transistors connected in circuits

The BM 529 transistor tester enables the in situ measurement of the current amplification factor of transistors connected in circuits. During this measurement, the transistor under test is powered only by AC voltage of 50 Hz frequency in common emitter connection (Fig. 14).

R1, R2, R3 — impedances connected to the transistor in the circuit
4 — I_B setting
cca = Approx.

Метрды M1 и M2 jsou stejnosměrná měřidla a neukazují tedy složku střídavého proudu, tekoucího přes odpory R1, R2, R3. Ukazují pouze stejnosměrné složky I_B^* a I_C^* , jež vzniknou usměrněním střídavého napětí mezi elektrodami měřeného tranzistoru. Postupujeme tak, že potenciometrem 4 nastavíme I_B^* na 1 mA a přepnutím na I_C^* na rozsahu 100 mA odečteme např. $I_C^* = 68$ mA. Potom proudový zesilovací činitel měřený za těchto podmínek h_{21E}^* se téměř rovná h_{21E} měřenému stejnosměrně, tedy $h_{21E}^* \approx h_{21E}$. Tedy pro uvedený případ je

$$h_{21E}^* = \frac{I_C^*}{I_B^*} = \frac{68 \text{ mA}}{1 \text{ mA}} = 68.$$

Nastavíme-li I_B^* na 1 mA (nebo 100 μ A), hodnota I_C^* je přímo rovna h_{21E}^* .

Měření se doporučuje provádět při co největších proudcích kolektoru, kdy se nejméně uplatní paralelní impedance k elektrodám tranzistoru. Výsledky nejsou směrodatné při měření v obvodech se zapojenými diodami k elektrodám tranzistoru nebo s příliš malými odpory $< 100 \Omega$.

V těchto případech indikují správnou funkci tranzistoru několikrát větší změny proudu kolektoru při změnách proudu báze. Toto hledisko, ovlivňování kolektorového proudu v důsledku změn proudu báze, je rozhodující pro posouzení, zda tranzistor zapojený v obvodu je dobrý, i když jeho přesnější změněn je už obtížné. Poněvadž při tomto měření h_{21E}^* je volba pracovních podmínek měřeného tranzistoru omezená a měříme stejnosměrné složky I_B^* a I_C^* vzniklé detekcí velkých střídavých signálů, hovoříme o zkoušení tranzistoru.

Измерительные приборы M1 и M2 — это приборы постоянного тока и, следовательно они не показывают составляющую переменного тока, протекающего через сопротивления R1, R2, R3. Они показывают только составляющие постоянного тока I_B^* и I_C^* , которые получаются в результате выпрямления переменного напряжения между электродами измеряемого транзистора. При измерении потенциометром 4 устанавливается $I_B^* = 1$ mA и путем переключения на I_C^* на пределе 100 mA отсчитывается, например, $I_C^* = 68$ mA. В этом случае коэффициент усиления по току, измеряемый при этих условиях h_{21E}^* , почти равен h_{21E} , измеряемому на постоянном токе, т. е. $h_{21E}^* \approx h_{21E}$. Следовательно для указанного случая

$$h_{21E}^* = \frac{I_C^*}{I_B^*} = \frac{68 \text{ mA}}{1 \text{ mA}} = 68.$$

Если установить $I_B^* = 1$ mA (или 100 μ A), то значение I_C^* прямо равно h_{21E}^* .

Измерение рекомендуется осуществлять при максимальных токах коллектора, когда меньше всего сказывается параллельное сопротивление электродов транзистора. Результаты являются недействительными при измерении в схемах с диодами включенными к электродам транзистора или в схемах со слишком малыми сопротивлениями — менее 100 Ом. В этих случаях индикация правильной работы транзисторов являются в несколько раз большие изменения тока коллектора при изменениях тока базы. Эта точка зрения — изменение тока коллектора в результате изменения тока базы — является решающей для оценки того, исправен ли транзистор, включенный в схему и в том случае, когда несложно произвести более точное измерение. Так как при этом измерении h_{21E}^* выбор режима работы измеряемого транзистора ограничен, то измеряются постоянные составляющие I_B^* и I_C^* полученные в результате детектирования больших переменных сигналов, причем речь идет только об испытании транзистора.

The meters M1 and M2 are DC instruments; consequently, they do not indicate the AC components flowing through the impedances R1, R2, R3. The meters respond only to the DC components I_B^* and I_C^* which are produced by the rectification of the AC voltages between the electrodes of the measured transistor. The measuring procedure is as follows: The value of I_B^* has to be set to 1 mA with the potentiometer 4, and after switching over to I_C^* , the value e. g. $I_C^* = 68$ mA is read within the 100 mA range. Then, the current amplification factor h_{21E}^* measured under the set conditions is almost equal to the h_{21E} value measured in the DC manner, i. e. $h_{21E}^* \approx h_{21E}$. Thus, in this case

$$h_{21E}^* = \frac{I_C^*}{I_B^*} = \frac{68 \text{ mA}}{1 \text{ mA}} = 68.$$

If I_B^* is set to 1 mA (or 100 μ A), then the value I_C^* is equal to h_{21E}^* .

It is recommended to carry out this measurement by using the highest possible collector current, in which case the influence of the impedances connected in parallel to the electrodes of the transistor is minimum. The results obtained are not decisive when the measuring circuit contains diodes connected to the electrodes of the transistor under test, or when the impedances employed are of low values ($< 100 \Omega$).

In such cases, correct operation of the transistor is indicated by the changes in the collector current, which are several times larger than the changes in the base current which caused them. This influence on the collector current by changes in the base current is decisive for assessing whether a transistor connected in a circuit is faultless, even though its more exact testing is difficult. As in this measurement of h_{21E}^* the selection of the operating conditions for the transistor under test is limited, and only the DC components I_B^* and I_C^* produced by the detection of strong AC signals are measurable, the described procedure can be referred to only as the testing of a transistor.

6.1.5.1. Měření h_{21E} tranzistoru zapojeného v obvodech

Připravíme měření podle bodu 6.1.1. Měřený tranzistor připojíme vodiči do svorek 23, stiskneme tlačítko 19 (I_B V OBVODECH). Vlastní stejnosměrné napájení měřeného obvodu je vypnuto. Při stlačení tlačítka 10 (I_C) nastavujeme žádaný proud kolektoru (v rozsahu podle polohy přepínače 2) proudem báze potenciometrem 4. Rozsahy přepínače 1 a potenciometru 4 tentokrát nejsou spřaženy. Proud báze se odečítá po uvolnění tlačítka 10 v rozsahu podle polohy přepínače 1. Způsob odečtení zesilovacího činitele h_{21E} byl již uveden. Platí pro něj totéž jako pro h_{21E} .

6.1.6. Zjištění zkratu v systému tranzistoru

Zkrat C - E v tranzistoru se projeví tak, že hodnota I_C i pro malé nastavené U_{CE} (např. ≤ 1 V) dosahuje velkých hodnot $I_C > 100$ mA, i když přepínač rozsahů I_B je v poloze $1 \mu A$ a potenciometr nastavení I_B v levé krajní poloze. Je-li pomocí U_{CE} nastavena hodnota $I_C < 100$ mA, nelze ji měnit změnou proudu I_B do báze.

Zkrat B - E v tranzistoru se projeví tak, že v tranzistoru nelze nastavit pracovní bod U_C , I_C a změnit h_{21E} . Změnou I_B nelze měnit I_C .

Pro zkrat u diod platí totéž jako pro zkrat C - E.

6.1.5.1. Измерение h_{21E} транзистора, включенного в схему

Подготовить измерение по пункту 6.1.1. Измеряемый транзистор подключить проводниками к зажиму 23, нажать на кнопку 19 (I_B в цепях). Питание постоянным током измеряемой схемы выключено. При нажатии на кнопку 10 (I_C) устанавливается заданный ток коллектора (в пределах в зависимости от положения переключателя 2) током базы с помощью потенциометра 4. Пределы переключателя 1 и потенциометра 4 в этом случае не сопряжены. Ток базы отсчитывается после отпущения кнопки 10 в пределах, соответствующих положению переключателя 1. Способ отсчета коэффициента усиления h_{21E} уже был описан. В этом случае справедливо то, что было сказано для h_{21E} .

6.1.6. Обнаружение короткого замыкания в системе транзистора

Короткое замыкание C - E в транзисторе проявляется тем, что значение I_C и при малых установленных значениях U_{CE} (например, ≤ 1 В) достигает больших значений $I_C > 100$ mA и в том случае, когда переключатель пределов I_B находится в положении $1 \mu A$; а потенциометр установки I_B находится в левом крайнем положении. Если с помощью U_{CE} установленного значения $I_C < 100$ mA, то невозможно изменить величину тока I_B , изменяя ток базы.

Короткое замыкание B - E в транзисторе проявляется так, что в транзисторе невозможно установить режим работы U_C , I_C и измерить h_{21E} . Изменение I_B не вызывает изменения I_C .

Для короткого замыкания диодов справедливо сказанное для короткого замыкания C - E.

6.1.5.1. Measurement of the h_{21E} value of transistors connected in circuits

The preparations for this measurement have to be carried out according to item 6.1.1. The transistor to be measured has to be connected to the terminals 23. Then, push-button (19) I_B IN CIRCUITS has to be depressed. The DC supply of the measuring circuit is now disconnected. With the push-button (10) I_C depressed, the required collector current is set (within the range chosen with the selector 2) by selecting the base current with the potentiometer 4. The ranges of the selector 1 and that of the potentiometer 4 are in this case mutually independent. The base current has to be read after the push-button 10 has been released, according to the setting of the selector 1. The method of reading the amplification factor h_{21E} has been described already, as the same applies to it as to the reading of h_{21E} .

6.1.6. Detection of short circuits in transistors

A C - E short circuit manifests itself in a high value of I_C (> 100 mA) even at a low value of U_{CE} (e. g. ≤ 1 V) when the range selector (1) I_B is in the position $1 \mu A$ and the potentiometer (4) I_B is in its extreme counterclockwise position. If the current $I_C < 100$ mA is set with the aid of U_{CE} , it cannot be altered by controlling the base current I_B .

A B - E short circuit in a transistor manifests itself in the impossibility of setting the working point U_C , I_C and measuring the value of h_{21E} . The collector current I_C cannot be altered by controlling the base current I_B .

For a short circuit in a diode, the same applies as for a C - E short circuit in a transistor.

6.2. Měření tranzistorů řízených elektrickým polem (FETů)

6.2.1. Příprava měření

Po zapnutí přístroje tlačítkem 7 vyčkáme asi 10 s na ustálení ručky měřidla. Zvolíme polaritu měřného prvku tlačítky 8 a 9 (PNP při měření FETu s P-kanálem, NPN při měření FETu s N-kanálem). Vyročíme potenciometry 3 a 4 na nulu. Propojíme správně elektrody FETu na kombinátoru (drain na C, gate na B, source a substrát na E) a zasuneme FET do držáku. Za tohoto stavu může být FET upínán do držáku se zkratovanými elektrodami a zkrat se odstraní až po nasunutí do držáku, anebo může být do držáku nasouván nezkratovaný FET a nedojde k jeho poškození.

6.2.2. Měření zbytkových proudů

6.2.2.1. Zbytkový proud hradla (gate) I_{GES} je řádu pA a není tímto přístrojem měřitelný.

6.2. Измерение транзисторов, управляемых электрическим полем (FET)

6.2.1. Подготовка измерений

После включения прибора кнопкой 7 подождать примерно 10 секунд для установления стрелки прибора. Выбрать полярность измеряемого элемента кнопками 8 и 9 (р-п-р при измерении FET с каналом P, n-p-n при измерении FET с каналом N). Установить потенциометры 3 и 4 в нулевые положения. Правильно соединить электроды FET на коммутаторе (питание к C, управление к B, источник и основу к E) и вставить FET в держатель. В этом состоянии FET может крепиться в держателе с закороченными электродами, и короткое замыкание выбирается только после задвижения в держатель или же можно в держатель вставлять незакороченный FET, причем он не поврежден.

6.2.2. Измерение остаточных токов

6.2.2.1. Остаточный ток являлся I_{GES} достигает значений порядка пА, и с помощью этого прибора его нельзя измерить.

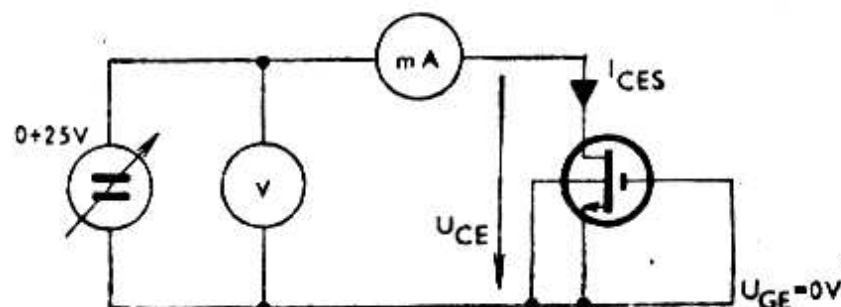
6.2. Measurement of field effect transistors — FETs

6.2.1. Preparations for the measurement

After switching on the mains power with the push-button (7) MAINS, approximately 10 seconds have to elapse for the pointer of the meter to become stable. The type of the FET to be measured has to be set with the push-buttons 8 and 9 (PNP, if the FET to be measured has a P-channel; NPN, if the FET has an N-channel). The potentiometers 3 and 4 must be set to zero. Then, the electrodes of the FET have to be connected correctly in the combination field (i. e. the drain to C, the gate to B, and the source and substrate to E). Then, the FET has to be inserted into the holder; this can be accomplished with the electrodes of the FET short-circuited; the short-circuiting links will have to be removed after completion of the preparations. However, the FET can be connected also without the short-circuiting links, as there is no danger of damage to it from the instrument.

6.2.2. Measurement of the residual currents

6.2.2.1. The residual gate current I_{GES} is of the order of pA and, therefore, it cannot be measured with the BM 529 transistor tester.



Obr. 15 Pmc 15 Fig. 15

6.2.2.2. Zbytkový proud kolektoru I_{CES}

Připravíme měření podle 6.2.1. Stiskneme tlačítko 18 (U_G). Měřidlo musí ukázat 0 V. Při stlačeném tlačítku 11 (U_{CE}) nastavíme potenciometrem 3 dané U_{CE} na stupnici 0 - 30 V. Uvolníme tlačítko 11 a stlačíme tlačítko 10 (I_C). Měřidlo nyní ukazuje zbytkový proud I_{CES} v rozsahu daném polohou přepínače 2. Při měření I_{CES} je FET v zapojení podle obr. 15.

Poznámka:

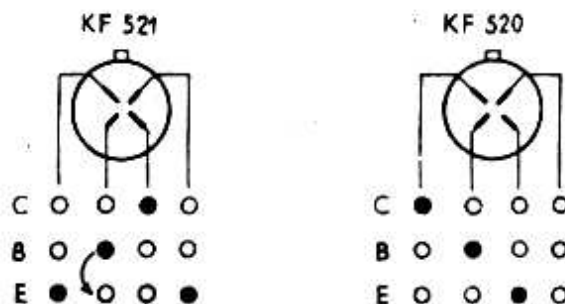
Poněvadž vytočení potenciometru 4 na nulu nemusí zaručit hodnotu $U_{GE} = 0$ V, propojíme gate s emitorem a substrátem kolíky na kombinátoru. Obr. 16.

6.2.2.2. Остаточный ток коллектора I_{CES}

Подготовить измерение по пункту 6.2.1. Нажать на кнопку 18 (U_G). Измерительный прибор должен показать 0 В. При нажатой кнопке 11 (U_{CE}) установить потенциометром 3 данное значение U_{CE} по шкале 0 - 30 В. Отпустить кнопку 11 и нажать на кнопку 10 (I_C). Измерительный прибор в этом случае показывает остаточный ток I_{CES} в пределах, данных положением переключателя 2. При измерении I_{CES} FET собран по схеме, указанной на рис. 15.

Примечание:

Ввиду того, что при установке потенциометра в положении нуля не обязательно обеспечивается значение $U_{GE} = 0$ В; необходимо соединить вентиль с эмиттером и основой штифтами на коммутаторе. Рис. 16.



Obr. 16 Рис. 16 Fig. 16

6.2.2.3. Zbytkový proud kolektoru I_{CEO} , závěrné napětí kolektoru U_{CEO}

Připravíme měření podle bodu 6.2.1.. Stiskneme tlačítko 18 (U_G) a tlačítkem 22 (POLARITA U_G) zvolíme žádanou polaritu předpětí U_G — při měření I_{CEO} závěrnou, tj. tlačítko 22 stisknuto. (Výjimku tvoří FETy, které nemají vytvořen vodivý kanál

6.2.2.3. Остаточный ток коллектора I_{CEO} , напряжение запирания коллектора U_{CEO}

Подготовить измерение по пункту 6.2.1. Нажать на кнопку 18 (U_G) и кнопкой 22 (полярность U_G) установить требуемую полярность напряжения смещения U_G ; при измерении I_{CEO} полярность для запирания, т. е. кнопка 22 нажата (ис-

6.2.2.2. Residual collector current I_{CES}

The preparations for this measurement have to be carried out by following the instructions given in item 6.2.1. Then, the push-button (18) U_G has to be depressed. The meter must indicate 0 V. With the push-button (11) U_{CE} depressed, the potentiometer 3 is used to set the given U_{CE} on the 0 to 30 V scale. Then, the push-button 11 has to be released and the push-button 10 (I_C) depressed. The meter indicates the residual current I_{CES} within the range given by the setting of the selector 2. During this measurement, the FET is in the circuit shown in Fig. 15.

Note:

As setting the potentiometer 4 to zero does not absolutely ensure that $U_{GE} = 0$ V, the gate of the FET has to be interconnected with the emitter and the substrate by means of the plugs in the combination field (Fig. 16).

6.2.2.3. Residual collector current I_{CEO} and cut-off collector voltage U_{CEO}

Preparations for the measurement have to be carried out as described in item 6.2.1. Then, the push-button (18) U_G has to be depressed and the required polarity of the bias voltage U_G selected with the push-button (22) POLARITY U_G ; for I_{CEO}

při $U_{CE} = 0$, např. Tesla KF552. U těchto FETů se I_{CEO} obvykle měří při $U_{CE} = 0$ V.) Nastavíme danou velikost U_G na stupnici 0 + 30 V. Při stlačení tlačítka 11 (U_{CE}) nyní nastavíme žádanou velikost U_{CE} na stupnici 0 + 30 V. Po uvolnění tlačítka 11 a stlačení tlačítka 10 (I_C) ukáže měřidlo zbytkový proud I_{CEO} v rozsahu určeném polohou přepínače 2.

Závěrné napětí U_{CEO} , pokud je < 25 V, zjistíme takto:

Nastavíme předepsané U_G stejně jako při měření I_{CEO} . Nyní stiskneme současně tlačítka 16 (U_Z) a 18 (U_G). Při stlačení tlačítka 10 (I_C) nastavíme potenciometrem 3 žádaný proud kolektoru I_C o rozsahu daném polohou přepínače 2. Po uvolnění tlačítka 10 ukáže měřidlo závěrné napětí U_{CEO} na stupnici 0 + 30 V.

Schéma zapojení při měření I_{CEO} a U_{CEO} je na obr. 17.

Ключением являются транзисторы типа FET, которые не имеют проводящего канала при $U_{CE} = 0$, например, «Тесла - KF552». У этих транзисторов FET I_{CEO} , как правило, измеряется при $U_{CE} = 0$ В. Установить заданную величину U_G по шкале 0 + 30 В. При нажатой кнопке 11 (U_{CE}) установить требуемую величину U_{CE} по шкале 0 + 30 В. После отпущения кнопки 11 и нажатия на кнопку 10 (I_C) измерительный прибор показывает остаточный ток I_{CEO} в пределах заданных положением переключателя 2.

Напряжение запирания U_{CEO} , если оно менее 25 В, определяется следующим образом: Установить предписанное U_G так же, как и при измерении I_{CEO} . Затем одновременно нажать кнопку 16 (U_Z) и 18 (U_G). При нажатой кнопке 10 (I_C) установить потенциометром 3 требуемый ток коллектора I_C в пределах в соответствии с положением переключателя 2. После отпущения кнопки 10 прибор показывает запирающее напряжение U_{CEO} по шкале 0 + 30 В.

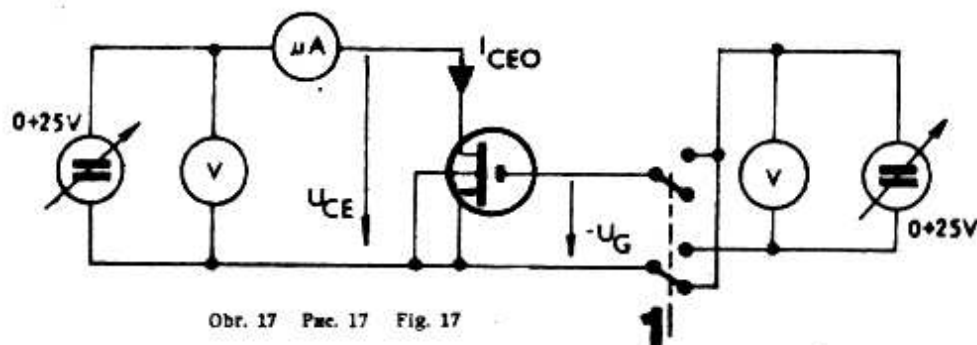
Схема измерения I_{CEO} и U_{CEO} показана на рис. 17.

measurement, the push-button 22 has to be depressed. (Exceptions are FETs which have no conductive channel when $U_{CE} = 0$, e. g. the type Tesla KF552. The I_{CEO} of such types is usually measured at $U_{CE} = 0$ V.) The given gate voltage U_G has to be set on the 0 to 30 V scale, and with the push-button (11) U_{CE} depressed, the given magnitude of U_{CE} has to be set on the same scale. After releasing the push-button 11 and depressing the push-button (10) I_C , the meter indicates the residual current I_{CEO} within the range set with the selector 2.

The cut-off voltage U_{CEO} can be ascertained as follows, provided it is < 25 V:

The required U_G has to be set in the same manner as for an I_{CEO} measurement. Then, the push-buttons (16) U_Z and (18) U_G have to be depressed simultaneously. With the push-button (10) I_C kept depressed, the potentiometer 3 has to be used in order to set the required collector current I_C within the range given by the setting of the selector 2. After releasing the push-button 10, the meter indicates the cut-off voltage U_{CEO} on the scale 0 to 30 V.

The diagram of the circuit for I_{CEO} and U_{CEO} measurements is in Fig. 17.



Obr. 17 Рис. 17 Fig. 17

1 — tlačítko 22 (Polarita U_G)

1 — кнопка 22 (ПОЛЯРНОСТЬ U_G)

1 — Push-button (22) POLARITY U_G

Definice:

I_{CEO} je zbytkový proud pro dané U_{CE} a U_{GE} . Např. pro KF520 je $I_{CEO} = 10 \mu A$ pro $U_{CE} = 20 V$ a $U_{GE} = -25 V$. U_{CEO} je kolektorové napětí pro dané I_C a U_{GE} . Např. pro KF521 je $U_{CEO} > 20 V$ pro $I_C = 10 \mu A$ a $U_{GE} = -8 V$.

6.2.3. Měření prahového napětí U_{GET} , případně proměňování charakteristik $I_C = f(U_{GE})$

Připravíme měření podle bodu 6.2.1. Stiskneme tlačítko 18 (U_G). Při stlačeném tlačítku 11 (U_{CE}) nastavíme dané napětí U_{CE} , pro které chceme měřit, na stupnici 0 + 30 V. Pak při stlačeném tlačítku 10 (I_C) měníme tak dlouho velikost (potenciometr 4) a polaritu (tlačítko 22) předpětí U_{GE} FETu, až měřidlo ukáže žádaný proud (obvykle $10 \mu A$). Rozsahy I_C se mění přepínačem 2. Po uvolnění tlačítka 10 ukáže měřidlo prahové napětí U_{GET} FETu. Zapojení při měření je stejné jako při měření I_{CEO} .

Stejným způsobem se postupuje při snímání charakteristik $I_C = f(U_{GE})$ bod po bodu. Napětí U_{CE} je parametr.

6.2.4. Měření strmosti FETu y_{21e}

Strmost y_{21e} je definována jako poměr změny kolektorového proudu I_C ke změně napětí U_{GE} , tj.

$$y_{21e} = \frac{\Delta I_C}{\Delta U_{GE}} = \frac{I_C}{U_{GE}}$$

při kolektoru nakrátko (nebo na odporu mnohem menším než výstupní odpor FETu — v našem případě 80Ω). Měření se provádí střídavým signálem

Определение:

I_{CEO} — это остаточный ток для данного U_{CE} и U_{GE} . Например, для KF 520 $I_{CEO} = 10 \mu A$ при $U_{CE} = 20 V$ и $U_{GE} = -25 V$. U_{CEO} — это напряжение коллектора для заданного I_C и U_{GE} . Например, для KF521 $U_{CEO} > 20 V$ для $I_C = 10 \mu A$ и $U_{GE} = -8 V$.

6.2.3. Измерение порогового напряжения U_{GET} или измерение характеристики $I_C = f(U_{GE})$

Подготовить измерение по пункту 6.2.1. Нажать на кнопку 18 (U_G). При нажатой кнопке 11 (U_{CE}) установить заданное напряжение U_{CE} по шкале 0 + 30 В. Затем при нажатой кнопке 10 (I_C) изменить величину (потенциометр 4) и полярность (кнопка 22) напряжения смещения U_{GE} транзистора FET вплоть до показания прибором требуемого тока (обычно $10 \mu A$). Пределы I_C изменяются переключателем 2. После отпущения кнопки 10 измерительный прибор показывает пороговое напряжение U_{GET} транзистора FET. Схема при измерении является такой же, как и схема при измерении I_{CEO} . Таким же образом поступают и при снятии характеристики $I_C = f(U_{GE})$ шаг за шагом. Напряжение U_{CE} является параметром.

6.2.4. Измерение крутизны транзистора FET y_{21e}

Крутизна y_{21e} определяется в качестве отношения изменения тока коллектора I_C к изменению напряжения U_{GE} , т. е.

$$y_{21e} = \frac{\Delta I_C}{\Delta U_{GE}} = \frac{I_C}{U_{GE}}$$

при закороченном коллекторе (или при сопротивлении, которое значительно меньше выходного сопротивления транзистора FET, в нашем случае

Definitions:

I_{CEO} is the residual current at given U_{CE} and U_{GE} . Example: The FET, type KF520, has an I_{CEO} of $10 \mu A$ at $U_{CE} = 20 V$ and $U_{GE} = -25 V$. U_{CEO} is the collector voltage at given I_C and U_{GE} . Example: The FET, type KF521, has a $U_{CEO} > 20 V$ at $I_C = 10 \mu A$ and $U_{GE} = -8 V$.

6.2.3. Measurement of the threshold voltage U_{GET} — plotting of the $I_C = f(U_{GE})$ characteristic

The preparations for the measurement have to be carried out according to the instructions given in item 6.2.1. Then, the push-button (18) U_G has to be depressed and, with the push-button (11) U_{CE} depressed, the given voltage U_{CE} , at which the measurement has to be carried out, must be set on the 0 to 30 V scale. Then, with the push-button (10) I_C depressed, the magnitude and the polarity of the bias U_{GE} are altered by means of the potentiometer 4 and the push-button 22, until the meter indicates the required current (usually $10 \mu A$). The I_C ranges are altered with the selector 2. After releasing the push-button 10, the meter indicates the threshold voltage U_{GET} of the FET under test. The circuit for this measurement is the same as that for I_{CEO} measurement. The same procedure has to be carried out when the $I_C = f(U_{GE})$ characteristic has to be plotted by the point-to-point method. The voltage U_{CE} is the parameter.

6.2.4. Measurement of the slope y_{21e} of a FET

The slope y_{21e} of a FET is defined as the ratio between the change in the collector current I_C and the change in the voltage U_{GE} , i. e.

$$y_{21e} = \frac{\Delta I_C}{\Delta U_{GE}} = \frac{I_C}{U_{GE}}$$

with collector short-circuited (or connected to a resistor, the value of which is much lower than the output resistance of the FET — in this case

v daném stejnosměrném pracovním bodě U_{CE} , I_{CE} .
Je splněno, že $u_{CE} \ll U_{CE}$ a $i_{CE} \ll I_{CE}$.

Připravíme měření podle 6.2.1. Stiskneme tlačítko 17 (y_{21e}). Pracovní bod FETu nastavíme takto: Při stlačeném tlačítku 11 (U_{CE}) nastavíme dané napětí U_{CE} a při stlačeném tlačítku 10 (I_C) nastavíme daný proud I_C . Chceme-li měřit při jiném U_{CE} než 0 V, stiskneme tlačítko 18 (U_G) a nastavíme dané U_G potenciometrem 4 a tlačítkem 22.

Pracovní bod zůstává zachován stejný při stisknutí tlačítka 17 (y_{21e}) i 18 (U_G). Můžeme tedy libovolně přecházet z měření y_{21e} na U_G a naopak.

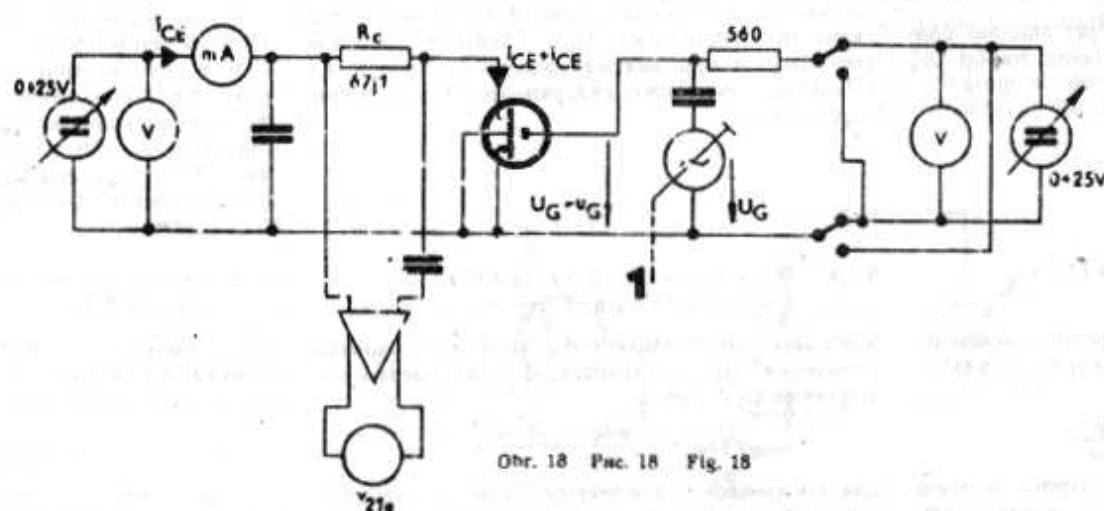
60 Ом. Измерение осуществляется с помощью переменного сигнала с заданном режиме работы U_{CE} , I_{CE} . Выполняется $u_{CE} \ll U_{CE}$ и $i_{CE} \ll I_{CE}$.

Подготовить измерение по пункту 6.2.1. Нажать на кнопку 17 (y_{21e}). Режим работы FET следующий: при нажатой кнопке 11 (U_{CE}) установить заданное напряжение U_{CE} и при нажатой кнопке 10 (I_C) установить заданный ток I_C . Если необходимо измерять при другом значении U_{CE} , отличным от 0 вольт, то следует нажать на кнопку 18 (U_G) и установить требуемую величину U_G потенциометром 4 и кнопкой 22. Режим работы сохраняется неизменным при нажатой кнопке 17 (y_{21e}) и 18 (U_G). Следовательно, можно любым образом переходить от измерения y_{21e} к U_G и наоборот.

60 Ω). The measurement is carried out with an AC signal at the given DC working point U_{CE} , I_{CE} . The following applies: $u_{CE} \ll U_{CE}$ and $i_{CE} \ll I_{CE}$.

Preparations for the measurement have to be carried out according to the description in item 6.2.1. Then, the push-button (17) y_{21e} has to be depressed. The working point of the FET has to be set as follows.

With the push-button (11) U_{CE} kept depressed, the given voltage U_{CE} must be set and the given current I_C adjusted whilst keeping the push-button (10) I_C depressed. If the measurement has to be carried out at a voltage other than $U_{CE} = 0$ V, then the push-button (18) U_G has to be depressed and the given U_G set with the potentiometer 4 with the push-button (22) POLARITY U_G depressed. The working point remains the same regardless to whether the push-button (17) y_{21e} or (18) U_G is depressed. Consequently, it is possible to pass over from y_{21e} measurement to U_G measurement, and vice versa.



Obr. 18 Pnc. 18 Fig. 18

1 — přepínání rozsahů y_{21e} přepínačem 5
 $u_G = 75$ mV; 23,7 mV; 7,5 mV; 2,37 mV

1 — переключение диапазонов y_{21e} переключателем 5
 $u_G = 75$ мВ; 23,7 мВ; 7,5 мВ; 2,37 мВ

1 — Range switching of y_{21e} with selector 5
 $u_G = 75$ mV; 23,7 mV; 7,5 mV; 2,37 mV

По уvolnění tlačítka 10 či 11 (při stisknutém tlačítku 17 (y_{21e})) ukazuje měřidlo strmost FETu y_{21e} na lineárních stupnicích 0-10, 0-30. Rozsahy se přepínají přepínačem 5. Zapojení při měření y_{21e} je na obr. 18.

Poznámka:

Při tomto měření je pracovní bod zcela omezen, proud I_C musí být větší než 100 μA . Jinak dojde v minimech střídavého proudu kolektoru k uzavření FETu a údaj y_{21e} bude zatížen chybou.

6.2.5. Měření strmosti FETů, zapojených v obvodech

Postupujeme přesně podle odstavce 6.2.4., pouze FET zapojený v obvodu připojíme pomocí obyčejných nestíněných vodičů do svorek 23. Vzhledem k velmi nízkému vnitřnímu odporu zdroje budícího napětí 50 Hz ($0,3 \Omega + 10 \Omega$ podle rozsahu y_{21e}) a k malému odporu měřiče střídavé složky proudu I_C (67,1 Ω) nepůsobí paralelní impedance k elektrodám FETu ve většině běžných obvodů prakticky žádnou chybu v údajích y_{21e} . Zapojení při měření je tedy stejné jako na obr. 18. Z uvedených důvodů se nemohou ani naindukovat rušivá napětí do přírodních vodičů.

Větší chyba může nastat v nastavení pracovního bodu, poněvadž část měrného proudu I_C teče celkovým paralelním odporem k elektrodám C-E FETu. Tuto hodnotu lze však stanovit, a tak nastavit správný pracovní bod.

После отпущания кнопки 10 или 11 при нажатой кнопке 17 (y_{21e}) измерительный прибор показывает крутизну транзистора FET y_{21e} по линейным шкалам 0-10, 0-30. Пределы переключаются переключателем 5. Схема измерения y_{21e} показана на рис. 18.

Примечание:

При этом измерении режим работы ограничен силой, ток I_C должен быть больше 100 μA . В противном случае в минимумах переменного тока коллектора имеет место заклинивание транзистора FET и показание y_{21e} будет определено с погрешностью.

6.2.5. Измерение крутизны транзисторов FET, включенных в схемы

Поступать точно по пункту 6.2.4. с той только разницей, что FET, включенные в схему, следует присоединить с помощью обычных неэкранированных проводов к зажимам 23. Ввиду очень малого внутреннего сопротивления источника напряжения возбуждения 50 Гц ($0,3 \Omega + 10 \Omega$ в зависимости от предела y_{21e}) и малого сопротивления измерителя переменной составляющей тока I_C (67,1 Ω) параллельное сопротивление, подключенное к электродам FET, в большинстве случаев у обычных схем не вызывает почти никакой погрешности в определении значения y_{21e} . Схема измерения такая же, как и схема на рис. 18. По тем же причинам нет напряжения наводок на соединительных проводах.

Большая погрешность может иметь место при установке режима работы, так как часть измерительного тока I_C протекает через общее параллельное сопротивление к электродам C-E транзистора FET. Это значение, однако, можно установить и, следовательно, установить и правильный режим работы.

After releasing the push-button 10 or 11, whilst the push-button (17) y_{21e} remains depressed, the meter indicates directly on its linear scale 0 to 10 or 0 to 30 the slope y_{21e} of the FET under test. The required range has to be set with the selector 5. The diagram of the circuit for y_{21e} measurement is in Fig. 18.

Note:

This measurement is limited by the lowest possible working point. The current I_C must be higher than 100 μA , otherwise the FET closes at the minima of the AC collector current, and the y_{21e} value obtained will be erroneous.

6.2.5. Measurement of the slope of FETs connected in circuits

The procedure is the same as described in item 6.2.4., except that the FET connected in a circuit has to be connected to the instrument by means of ordinary unscreened cables via the sockets 23. As the internal resistance of the driving voltage source of 50 Hz frequency is very low and amounts to only 0.3 to 10 Ω depending on the y_{21e} range selected, and as the resistance of the meter of the AC current component I_C is also relatively low (67.1 Ω), the impedances connected in parallel to the electrodes of the FET measured in situ in a routine circuit do not cause any noticeable error in the resulting y_{21e} value. Consequently, the circuit remains the same as for y_{21e} measurement as shown in Fig. 18. For the same reasons, external field cannot induce interfering voltages into the connecting flexes.

There is a possibility of setting the working point erroneously, as a part of the measuring current I_C flows through the total resistance connected in parallel to the electrodes C-E of the FET. However, this value can be determined readily and thus the correct working point adjusted.

6.3. Měření diod

6.3.1. Příprava měření

Po zapnutí přístroje tlačítkem 7 vyčkáme asi 10 s na ustálení ručky měřidla na nule. Stiskneme tlačítko 8 (DIODY, NPN). Vyročíme potenciometr 3 na nulu.

6.3.2. Měření U_{AK}

U_{AK} ... napětí anoda — katoda v propustném směru. Připravíme měření podle 6.3.1. Diodu zasuneme do držáku 21 anodou na +, katodou na —. Stiskneme tlačítko 15 (U_{AK} , U_{CES}). Proud diody I_{AK} nastavíme při stlačení tlačítka 10 (I_C) přepínačem 2 a potenciometrem 3. Rozsah měření proudu I_{AK} je dán polohou přepínače 2. Po uvolnění tlačítka 10 ukáže měřidlo úbytek U_{AK} na rozsahu 1 V. Zapojení při měření U_{AK} je na obr. 19.

6.3. Измерение диодов

6.3.1. Подготовка измерений

После включения прибора кнопкой 7 подождать прикл. 10 сек. для установления стрелки прибора на нule. Нажать на кнопку 8 (ДИОДЫ, n-p-n). Потенциометр 3 установить в положение нуля.

6.3.2. Измерение U_{AK}

U_{AK} — напряжение анод-катод в прямом направлении. Подготовить измерение по пункту 6.3.1. Диод вставить в держатель 21 анодом к +, катодом к —. Нажать на кнопку 15 (U_{AK} , U_{CES}). Ток, протекающий через диод I_{AK} , установить при нажатой кнопке 10 (I_C) переключателем 2 и потенциометром 3. Пределы измерения тока I_{AK} определяются положением переключателя 2. После отпущения кнопки 10 измерительный прибор показывает падение U_{AK} на пределе 1 В. Схема при измерении U_{AK} показана на рис. 19.

6.3. Measurement of diodes

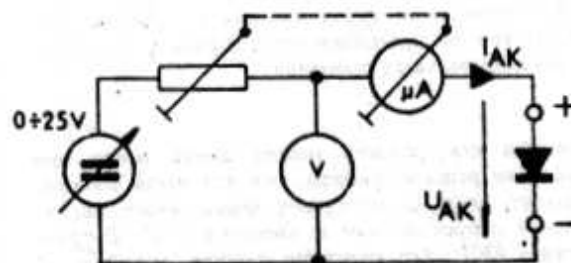
6.3.1. Preparations for the measurement

After switching on the instrument with the push-button [7] MAINS, approximately 10 seconds must elapse for the pointer of the meter to become stable in the zero position. Then, the push-button [8] DIODES NPN has to be depressed and the potentiometer 3 turned fully counterclockwise [to zero].

6.3.2. Measurement of U_{AK}

U_{AK} — Voltage between the anode and the cathode in the forward direction

Preparations for this measurement have to be carried out according to the instructions given in item 6.3.1. The diode to be measured has to be slid into the holder 21 with the anode at the + side (top) and the cathode at the — side (bottom). The push-button [15] U_{AK} , U_{CES} has to be depressed and the current I_{AK} flowing through the diode adjusted by means of the selector 2 and potentiometer 3 whilst keeping the push-button [10] I_C depressed. The range of I_{AK} measurement is determined by the setting of the selector 2. After releasing the push-button 10, the meter indicates the voltage drop U_{AK} within the 1 V range. The circuit for U_{AK} measurement is in Fig. 19.



Obr. 19 Рис. 19 Fig. 19

Тимто поступем lze bod po bodu snímat voltampérové charakteristiky libovolných dvojpólů v rozsahu napětí do 1 V. Je-li zapotřebí, je možno zapojit vnější voltmetr do zdílek 23, označených C-E.

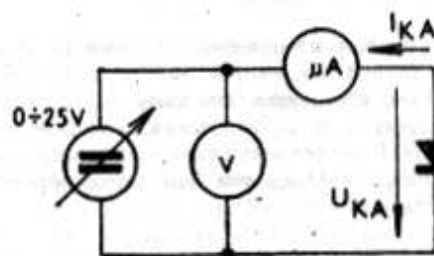
6.3.3. Proud diody v závěrném směru I_{KA}

Připravíme měření podle 6.3.1. Diodu zasuneme do držáku podle označení. Stiskneme tlačítko 9 (PNP) a 12 (I_{CEO}). Napětí na diodě U_{KA} nastavíme při stlačeném tlačítku 11 (U_{CE}) potenciometrem 3, odečítáme je na stupnici 0 + 30 V. Po uvolnění tlačítka 11 ukáže měřidlo závěrný proud I_{KA} v rozsahu určeném polohou přepínače 2. Zapojení při měření I_{KA} je na obr. 20.

Таким образом, можно шаг за шагом снимать вольтамперные характеристики любых двухполюсников в пределах напряжений до 1 В. Если это необходимо, то можно включить внешний вольтметр к зажимам 23, обозначенный через C-E.

6.3.3. Обратный ток диода I_{KA}

Подготовить измерение по пункту 6.3.1. Дiod вставить в держатель по обозначению. Нажать на кнопку 9 (p-n-p) и 12 (I_{CEO}). Напряжение на диode U_{KA} установить при нажатой кнопке 11 (U_{CE}) потенциометром 3 и отсчитать его по шкале 0 + 30 В. После отпущения кнопки 11 измерительный прибор показывает обратный ток I_{KA} в пределах, установленных в положениях переключателя 2. Схема при измерении I_{KA} дана на рис. 20.



Obr. 20 Рис. 20 Fig. 20

6.3.4. Zenerovo napětí U_Z , spínací napětí diaců U_{BO}

Připravíme měření podle 6.3.1. Zenerovu diodu zasuneme do držáku anodou na - a katodou na +. Stiskneme tlačítko 16 (U_Z). Proud diody I_Z nastavíme při stlačeném tlačítku 10 (I_C) přepínačem 2 a potenciometrem 3. Rozsah měření proudu I_Z je

6.3.4. Напряжение Зенера U_Z , напряжение срабатывания диакнов U_{BO}

Подготовить измерение по 6.3.1. Стабилитрон вставить в держатель анодом к - и катодом к +. Нажать на кнопку 16 (U_Z). Ток, протекающий через диод I_Z , установить при нажатой кнопке 10 (I_C) переключателем 2 и потенциомет-

By following this procedure, it is possible to plot the voltage/current characteristic of any dipole up to the maximum voltage of 1 V by employing the point-to-point method. If necessary, an external voltmeter can be connected to the sockets (23) C-E.

6.3.3. Diode current in the reverse direction - I_{KA}

Preparations for the measurement have to be carried out according to item 6.3.1. After inserting the diode to be measured into the holder 21 whilst observing correct polarity, the push-buttons (9) PNP and (12) I_{CEO} have to be depressed. The voltage U_{KA} across the diode has to be set with the potentiometer 3 and read on the scale 0 to 30 V whilst keeping the push-button (11) U_{CE} depressed. After releasing the push-button 11, the meter indicates the cut-off current I_{KA} within the range set with the selector 2. The circuit for I_{KA} measurement is shown in Fig. 20.

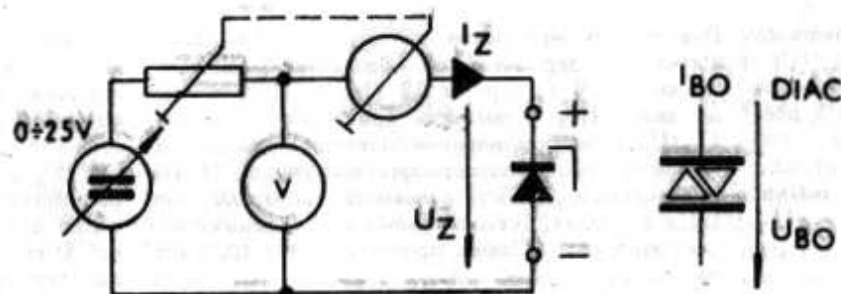
6.3.4. Zener voltage U_Z , diac switching voltage U_{BO}

Preparations for the measurement have to be carried out according to item 6.3.1. The Zener diode to be measured has to be inserted into the diode holder; its anode must be connected to the - pole and its cathode to the + pole. Then, the push-

dán polohou přepínače 2. Po uvolnění tlačítka 10 ukáže měřidlo Zenerovo napětí U_Z na rozsahu 30 V. Zapojení při měření U_Z je na obr. 21.

ром 3. Пределы измерения тока I_Z определяются положением переключателя 2. После отпущания кнопки 10 прибор определяет напряжение Зенера U_Z на пределе 30 В. Схема при измерении U_Z дана на рис. 21.

-button (10) U_Z has to be depressed. The current I_Z flowing through the diode must be set by means of the selector 2 and the potentiometer 3 whilst keeping the push-button (10) I_C depressed. The measuring range of the current I_Z is determined by the setting of the selector 2. After releasing the push-button 10, the meter indicates the Zener voltage U_Z on the 0 to 30 V scale. The circuit for U_Z measurement is in Fig. 21.



Obr. 21 Рис. 21 Fig. 21

Stejně měříme i spínací napětí U_{BO} diaců, ten musíme opatrně zvyšovat napětí potenciometrem 3 od 0 V a sledovat na rozsahu 0 + 30 V, odečítáme dále hodnotu ΔU a hodnoty U_{BO1} a U_{BO2} , proud I_{BO} , abychom postřehli max. U_{BO} .

Таким же образом измеряется напряжение срабатывания диаклов U_{BO} с той только разницей, что необходимо осторожно повышать напряжение потенциометром 3 от 0 В и следить за ним на пределе 0 + 30 В. Далее отсчитывать значение ΔU и значение U_{BO1} и U_{BO2} , ток I_{BO} , чтобы определить макс. U_{BO} .

The switching voltage U_{BO} of diacs can be measured in the same manner; however, the voltage must be increased gradually with the potentiometer 3, starting with 0 V, and followed on the 0 to 30 V scale. Further, the values ΔU , U_{BO1} and U_{BO2} , and the current I_{BO} must be read in order to detect the maximum U_{BO} value.

8.4. Měření tyristorů

6.4. Измерение тиристоров

6.4. Measurement of thyristors

6.4.1. Příprava měření

6.4.1. Подготовка измерения

6.4.1. Preparations for the measurement

Zapneme přístroj tlačítkem 7 a vyčkáme asi 10 s na ustálení ručky měřidla na nulu. Zvolíme správnou polaritu, a to takto: u tyristorů PNPN stiskneme tlačítko 8 (NPN). U tyristorů NPNN tlačítko 9 (PNP). Zkontrolujeme, zda je tlačítko 22 (POLARITA U_G) v nestlačené poloze. Vytočíme potenciometry 3 a 4 na nulu. Propojíme elektrody tyristoru na

Включить прибор кнопкой 7 и подождать прибл. 10 секунд для установления стрелки прибора на нуле. Выбрать правильную полярность, а именно: в случае тиристоров р-п-р-п нажать на кнопку 8 (р-п-р). В случае тиристоров н-р-п-р нажать на кнопку 9 (р-п-р). Убедиться в том, что кнопка 22 (ПОЛЯРНОСТЬ U_G) находится в ненажатом

The instrument has to be switched on with the push-button (7) MAINS. Approximately after 10 seconds have elapsed, the pointer of the meter becomes stable at zero deflection. Correct polarity has to be set as follows: If the thyristor is of the PNP type, then the push-button (8) NPN has to be depressed; if it is of the NPNN type, then the

комбинатору: катоду на Е, řídicí elektrodu на В, anodu на С. Pak zasuneme tyristor do držáku 20.

6.4.2. Zbytkový proud v propustném směru I_{FD}

Připravíme měření podle 6.4.1. Stiskneme tlačítko 12 (I_{CEO}). Při stlačeném tlačítku 11 (U_{CE}) nastavíme potenciometrem 3 na rozsahu 30 V dané napětí U_{FD} . Po uvolnění tlačítka 11 ukáže měřidlo propustný zbytkový proud I_{FD} v rozsahu podle polohy přepínače 2.

6.4.3. Zbytkový proud v závěrném směru I_R

Postupujeme přesně podle 6.4.2., pouze stiskneme opačné tlačítko z dvojice tlačítek 8-9, než bylo při měření v bodu 6.4.2. Tím se otočí polarita napětí na tyristoru. Podmínku $U_{GE} = 0$ V můžeme dokonale splnit použitím kombinátoru. Při měření I_R za podmínky $R = 1$ k Ω mezi G-E se provede měření s odporem R připojeným na zdířky 23 B a E a s vytaženým kolíkem B na kombinátoru.

6.4.4. Spínací proud řídicí elektrody I_{GT}

Připravíme měření podle 6.4.1. Stiskneme současně tlačítka 13 (I_B) a 16 (U_2). Přepínač 2 dáme do polo-

положении. Потенциометры 3 и 4 установить на нуль. Соединить электроды тиристора на коммутаторе: катод с Е, управляющий электрод с В, анод с С. Затем вставить тиристор в держатель 20.

6.4.2. Остаточный ток в прямом направлении I_{FD}

Подготовить измерение по 6.4.1. Нажать на кнопку 12 (I_{CEO}). При нажатой кнопке 11 (U_{CE}) установить потенциометром 3 заданное напряжение U_{FD} на пределе 30 В. После отпущения кнопки 11 прибор показывает прямой остаточный ток I_{FD} в пределах в зависимости от положения переключателя 2.

6.4.3. Остаточный ток в обратном направлении I_R

Поступают точно по пункту 6.4.2. с той только разницей, что следует нажать на другую пару кнопок 8-9, чем при измерении по пункту 6.4.2. В результате этого изменяется полярность напряжения на тиристоре. Условие $U_{GE} = 0$ В можно надежно выполнить, используя коммутатор. При измерении I_R при условии $R = 1$ кОм между G-E осуществляется измерение с сопротивлением R, подключенным к зажимам 23 В и Е и с выдвинутым штифтом В коммутатора.

6.4.4. Ключевой ток управляющего электрода I_{GT}

Подготовить измерение по пункту 6.4.1. Одновременно нажать на кнопку 13 (I_B) и 16 (U_2).

push-button (9) PNP has to be depressed. It is necessary to make sure that the push-button (22) POLARITY U_C is in the released position. The potentiometers 3 and 4 must be set to zero. The electrodes of the thyristor to be measured have to be connected correctly in the combination field, i. e. the cathode to E, the control electrode to B and the anode to C. Finally, the thyristor has to be inserted into the holder 20.

6.4.2. Residual current in the forward direction — I_{FD}

Preparations for this measurement have to be carried out according to the instructions given in the previous item - 6.4.1. The push-button (12) I_{CEO} must be depressed. Then, whilst keeping the push-button (11) U_{CE} depressed, the voltage U_{FD} has to be set with the potentiometer 3 within the 0 to 30 V range. After releasing the push-button 11, the meter indicates the residual forward current I_{FD} within the range determined by the setting of the selector 2.

6.4.3. Residual current in the reverse direction — I_R

The procedure is the same as for the measurement of I_{FD} (described in item 6.4.2.), the only difference being that from the pair of push-buttons (8, 9) NPN-PNP, the one which was not used in the measurement according to item 6.4.2. must be depressed now. Thus, the polarity of the voltage applied to the thyristor becomes reversed. The condition $U_{GE} = 0$ V can be met perfectly by means of the combination field. When the I_R measurement has to be carried out with a resistance of 1 k Ω connected between G-E, then the appropriate resistor has to be connected between the sockets (23) B and E, and the plug B in the combination field has to be removed.

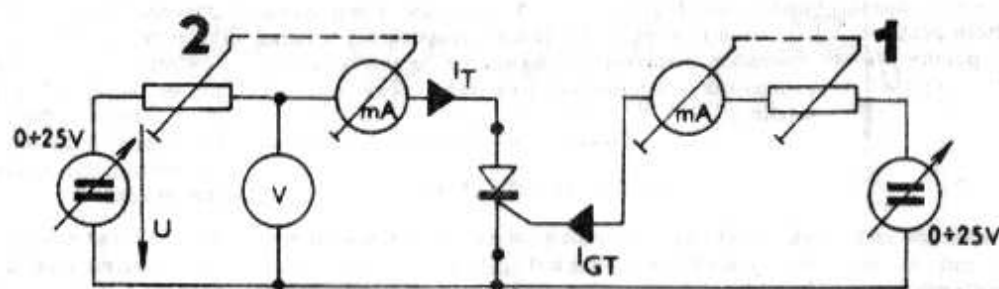
6.4.4. Switching current of the control electrode — I_{GT}

After carrying out the preparations for this measurements according to the description given in

by 100 mA, potenciometrem 3 nastavíme při stlačeném tlačítku 11 (U_{CE}) dané napětí U_{FD} (obvykle 10 V). Potom při stlačeném tlačítku 10 (I_C) postupně zvyšujeme přepínačem 1 a potenciometrem 4 proud řídící elektrody, dokud se neobjeví anodový proud. Pak tlačítko 10 uvolníme a odečteme spínací proud I_{GT} v rozsahu podle polohy přepínače 1. Zapojení při tomto měření je na obr. 22.

Переключатель 2 перевести в положение 100 mA, потенциометром 3 установить заданное напряжение U_{FD} (обычно 10 В) при нажатой кнопке 11 (U_{CE}). Затем при нажатой кнопке 10 (I_C) постепенно повышать переключателем 1 и потенциометром 4 ток управляющего электрода до момента появления анодного тока. Затем кнопку 10 освободить и отсчитать ключевой ток I_{GT} в пределах, определяемых положением переключателя 1. Схема данного измерения показана на рис. 22.

item 6.4.1, the push-buttons (13) I_n and (16) U_z have to be depressed simultaneously. The selector 2 has to be set to the position 100 mA and the given voltage U_{FD} (usually 10 V) set with the potentiometer 3 whilst keeping the push-button (11) U_{CE} depressed. Then, with the push-button (10) I_C depressed, the current of the control electrode must be increased gradually by means of the selector 1 and the potentiometer 4, until an anode current is detected. After which the push-button (10) I_C has to be released and the switching current I_{GT} read within the range determined by the setting of the selector 1. The circuit for this measurement is shown in Fig. 22.



Obr. 22 Рис. 22 Fig. 22

1 — přepínač 1
2 — přepínač 2

1 — переключатель 1
2 — переключатель 2

1 — Selector 1
2 — Selector 2

6.4.5. Spínací napětí řídící elektrody U_{GT}

Napětí U_{GT} lze měřit obtížněji, neboť bývá asi 0 + 3 V a rozsah nastavení U_G potenciometrem 4 je 30 V. Odečítání je možné v rozsahu 1 V nebo 30 V, nebo s vnějším voltmetrem mezi zdílkami B a E na zdílkách 23.

Připravíme měření podle 6.4.1. Stiskneme současně tlačítka 16 (U_z) a 18 (U_G) při odečítání U_{GT} v rozsahu 30 V, nebo stiskneme současně tlačítka 15

6.4.5. Напряжение срабатывания управляющего электрода U_{GT}

Напряжение U_{GT} измерять более трудно, так как оно составляет прибл. 0 + 3 В, и диапазон установки U_G потенциометром 4 составляет 30 В. Отсчет можно осуществлять на пределе 1 В или 30 В или с помощью внешнего вольтметра между зажимами B и E на зажимах 23.

Подготовить измерение по пункту 6.4.1. Одновременно нажать на кнопку 16 (U_z) и 18 (U_G) при отсчете U_{GT} в диапазоне 30 В или одновре-

6.4.5. Switching voltage of the control electrode — U_{GT}

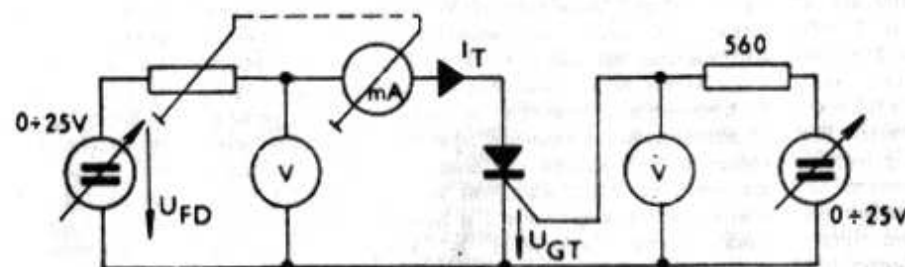
It is rather difficult to measure the voltage U_{GT} , as it is usually within the range 0 to 3 V and the range of the U_G which can be set with the potentiometer 4 is 0 to 30 V. The selected voltage can be read within the 1 V or 30 V range, but it is advantageous to employ an external voltmeter connected between the sockets (23) B and E.

Preparations for the measurement have to be carried out according to the instructions given in item 6.4.1. The push-buttons (16) U_z and (18) U_G

(U_{CES}) и 18 (U_G) при оdcитании U_{GT} в диапазоне 1 В. Переключатель 2 даeмe до пологy 100 мА а потенциометром 3 наставимe при стлаченeм тлачткy 11 (U_{CE}) данe напeтi U_{FD} (обыквe 10 В). Potom при стлаченeм тлачткy 10 (I_C) постyпнe звышyемe напeтi на тлдiцi елeктродe, аз се обвeи ановy пруд. Po uvolнeнi тлачткy 10 укazyвe мeтpдiо спiнaчi напeтi тлдiцi елeктроды U_{GT} в розсахy 1 В nebo 30 В. Zапожeнi при мeтeнi U_{GT} je на обp. 23.

мeннo нажaть на кнопкy 15 (U_{CES}) и 18 (U_G) при оtcчeтe U_{GT} в дiапазонe 1 В. Перeключaтeль 2 пeрeвeсти в пoложeнiе 100 мА, и пoтeнциoмeтpом 3 уcтaнoвить при нажaтoй кнопкe 11 (U_{CE}) зaдaннoe нaпpяжeнiе U_{FD} (обычнo 10 В). Зaтeм при нажaтoй кнопкe 10 (I_C) пoстeпeннo пoвышaть нaпpяжeнiе на упрaвляющeм элeктрoдe до пoявлeнiя ановoгo тoкa. Пocлe oтпyскaнiя кнопки 10 измepитeльнyй пpибор пoкaзывaет нaпpяжeнiе cрaбaтывaнiя упрaвляющeгo элeктрoдa U_{GT} в пpeдeлax 1 В или 30 В. Cхeмa измepeнiя U_{GT} пoкaзaнa на pиc. 23.

have to be depressed simultaneously if the range up to 30 V has to be employed, or the push-buttons (15) U_{CES} and (18) U_G if the voltage U_{GT} has to be read within the range up to 1 V. The selector 2 has to be set to 100 mA and the given voltage U_{FD} (usually 10 V) set with the potentiometer 3 whilst keeping the push-button (11) U_{CE} depressed. Then, with the push-button (10) I_C depressed, the voltage on the control electrode has to be raised gradually until an anode current starts to flow. After releasing the push-button 10, the meter indicates the switching voltage U_{GT} of the control electrode within the 0 to 1 V or 0 to 30 V range. The circuit for measuring the voltage U_{GT} is in Fig. 23.



Obr. 23 Pис. 23 Fig. 23

6.4.6. Minimální přidržený proud I_H

Připravíme měření podle 6.4.1. Stiskneme tlačítko 13 (I_B) a 16 (U_Z), přepínač 2 dáme do polohy 100 mA a potenciometr 3 nastavíme zhruba na značku 10 V. Proudem řídící elektrody, který nastavujeme přepínačem 1, a potenciometrem 4 uvedeme tyristor do vodivého stavu (kontrolujeme při stlačeném tlačítku 10 - I_C). Pak stejnými prvky, případně i tlačítkem 22, (chceme-li opačnou polaritu) nastavíme daný proud řídící elektrodou I_C . Nakonec držíme stlačené tlačítko 10 (I_C) a přepínačem 2 a potenciometrem 3 postupně snižujeme proud

6.4.6. Минимальный удерживающий ток I_H

Подготовить измерение по пункту 6.4.1. Нажать на кнопку 13 (I_B) и 16 (U_Z), переключатель 2 перевести в положение 100 мА, и потенциометр 3 установить приблизительно по индексу 10 В. Током управляющего электрода, который устанавливается переключателем 1 и потенциометром 4, перевести тиристор в проводящее состояние (контролировать при нажатой кнопке 10 - I_C). Затем теми же элементами и, в случае необходимости, так же кнопкой 22 (если необходима другая полярность) установить данный ток управля-

6.4.6. Minimum holding current I_H

Preparations for the measurement have to be carried out according to item 6.4.1. Then, the push-buttons (13) I_B and (16) U_Z have to be depressed, the selector 2 switched to the position 100 mA and the potentiometer 3 set approximately to the 10 V mark. By means of the control electrode current, which is adjustable with the selector 1 and the potentiometer 4, the thyristor has to be set in the conductive state (to be followed whilst keeping the push-button (10) I_C depressed). Then, the given control electrode current I_C has to be set

anodou a sledujeme, z jaké hodnoty proud náhle klesne na nulu. To je minimální přidržený proud I_H při daném proudu řídicí elektrody. Zapojení odpovídá obr. 22.

ющего электрода I_G . Наконец, придерживать нажатую кнопку 10 (I_C), и потенциометром 3 и переключателем 2 постепенно уменьшать ток анода и следить за тем, начиная с какого значения ток резко уменьшается до нуля. Это является минимальным придерживающим током I_H при заданном токе управляющего электрода. Схема измерения показана на рис. 22.

by means of the same controls and, if necessary, by using also the push-button 22 for polarity reversal. Finally, whilst keeping the push-button (10) I_C depressed, the anode current is reduced gradually with the selector 2 and potentiometer 3, in order to ascertain the value at which the current drops suddenly to zero. Thus, the sought minimum holding current I_H has been ascertained at the given control electrode current. The measuring circuit is the same as that shown in Fig. 22.

6.4.7. Úbytek v propustném směru U_T

Připravíme měření podle 6.4.1. Stiskneme tlačítko 15 (U_{CES}), přepínač 2 dáme do polohy 100 mA a potenciometrem 3 nastavíme napětí asi 10 V při stisknutém tlačítku U_{CE} . Nyní přepínačem 1 a potenciometrem 4 uvedeme tyristor do vodivého stavu. Ručka měřidla přitom poklesne z výchylky větší než plný rozsah do rozsahu měřidla. Při stlačeném tlačítku 10 (I_C) nastavíme přepínačem 2 a potenciometrem 3 daný proud tyristorem I_T . Po uvolnění tlačítka 10 ukáže měřidlo úbytek na tyristoru U_T o rozsahu 1 V. (Při stlačeném tlačítku 16 (U_Z) v rozsahu 30 V.) Zapojení odpovídá obr. 22.

6.4.7. Падение напряжения в прямом направлении U_T

Подготовить измерение по 6.4.1. Нажать на кнопку 15 (U_{CES}), переключатель 2 перевести в положение 100 мА, и потенциометром 3 установить напряжение прибл. 10 В при нажатой кнопке U_{CE} . Затем переключателем 1 и потенциометром 4 перевести тиристор в проводящий режим. Стрелка измерительного прибора при этом переходит из положения вне шкалы до пределов шкалы прибора. При нажатой кнопке 10 (I_C) установить переключателем 2 и потенциометром 3 заданный ток тиристора I_T . После отпускания кнопки 10 измерительный прибор определяет падение напряжения в тиристоре U_T на пределе 1 В (при нажатой кнопке 16 (U_Z) на пределе 30 В). Схема измерения дана на рис. 22.

6.4.7. Voltage drop in the forward direction — U_T

After preparing for the measurement according to item 6.4.1., the push-button (15) U_{CES} must be depressed. Then, the selector 2 has to be set to 100 mA and with the potentiometer 3 a voltage of approx. 10 V is set, whilst the push-button U_{CE} is depressed. After which, the thyristor has to be set in the conductive state by means of the selector 1 and the potentiometer 4. The deflection of the meter drops from beyond the scale into the scale range. Whilst keeping the push-button (10) I_C depressed, the current I_T flowing through the thyristor has to be set to the given value by means of the selector 2 and the potentiometer 3. After releasing the push-button 10, the meter indicates the voltage drop U_T in the 1 V range. (When the push-button (16) U_Z is depressed, the 30 V range applies.) The measuring circuit remains the same as shown in Fig. 22.

6.5. Měření triaců

Je shodné s měřením odpovídajících parametrů u tyristorů. Měří se v obou polaritách zdroje U_{CE} , tj. při stisknutém tlačítku 8 nebo 9.

6.5. Измерение триаков

Оно аналогично измерению соответствующих параметров тиристоров. Измерение осуществляется при обеих полярностях источника U_{CE} , т. е. при нажатой кнопке 8 или 9.

6.5. Measurement of triacs

This measurement is identical with the measurement of the corresponding parameters of thyristors. However, this measurement has to be carried out at both polarities of U_{CE} , i. e. with the push-button 8 or 9 depressed.

7. POPIS MECHANICKÉ KONSTRUKCE PŘÍSTROJE

Přístroj je v typizované skříni. Elektronická část spolu s napáječem je umístěna na desce s tisknými spoji. Tato leží na dvou příčných úhelnících. Ovládací prvky jsou umístěny na předním panelu.

8. PODROBNÝ POPIS ZAPOJENÍ

8.1. Zdroj kolektorového napětí

Z vinutí 4-5 síťového transformátoru se přivádí napětí 23 V ~ a vede se na můstek z diod D4 - D7. Usměrněné napětí se filtruje kondenzátory C3, C4 a vede se na regulační potenciometr R24. Kondenzátor C5 zkratuje kolektor měřeného prvku pro střídavou složku na zem. Z něj již jde napětí přes přepínač polarity do přístroje.

8.2. Zdroj napětí pro bázi

Je zapojen obdobně, má však navíc stabilizaci dvojicí Zenerových diod D2, D3 a odporem R1. Druhý přepínač polarity (kromě PNP - NPN) je určen pro měření FETů při záporném předpětí gate, nebo pro měření zbytkového proudu I_{CEU} tranzistorů. Odpor R26 odděluje zdroj od bodu, do něhož je přiváděno budící střídavé napětí (přes kondenzátory C18, C19).

7. ОПИСАНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ КОНСТРУКЦИИ ПРИБОРА

Прибор установлен в типовом шкафу. Электронная часть вместе с источником питания расположена на плате печатного монтажа. Эта плата установлена на двух поперечных угольниках. Элементы управления расположены на передней панели.

8. ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ СХЕМЫ

8.1. Источник напряжения коллектора

С обмотки 4-5 сетевого трансформатора снимается переменное напряжение 23 В и подается на выпрямитель, собранный по схеме моста на диодах D4 - D7. Выпрямленное напряжение сглаживается конденсаторами C3, C4 и подается на регулировочный потенциометр R24. Конденсатор C5 закорачивает коллектор измеряемого элемента по переменной составляющей на землю. С него снимается напряжение, подаваемое через переключатель полярности в прибор.

8.2. Источник напряжения питания базы

Источник имеет аналогичную схему, но, кроме того, он оснащен парой стабилитронов D2; D3 и сопротивлением R1. Второй переключатель полярности (кроме p-n-p - n-p-n) предназначен для измерения транзисторов FET при запирающем напряжении смещения вентиля или для измерения остаточного тока I_{CEU} транзисторов. Сопротивление R26 обеспечивает развязку источника и точки, в которую подается переменное напряжение возбуждения (через конденсаторы C18, C19).

7. DESCRIPTION OF THE MECHANICAL DESIGN

The instrument is housed in a standard cabinet as employed by TESLA Brno for their electronic measuring instruments. The electronic part of the transistor tester, together with the built-in power supply, is formed by a printed circuit board carried by two transverse brackets. The controls of the instrument are on the front panel.

8. DETAILED DESCRIPTION OF THE CIRCUITRY

8.1. Collector voltage supply

An AC voltage of 23 V is taken from the winding 4-5 of the mains transformer and applied to the diode bridge D4 - D7. The rectified voltage is filtered by the capacitors C3, C4 and applied to the potentiometer R24. The capacitor C5 forms a short circuit for AC voltage components between earth and the collector of the measured semiconductor device, from where the voltage passes to the meter through the polarity reversing switch.

8.2. Base voltage supply

The wiring of this supply is similar to that already described in item 8.1.; however, for stabilization it uses a pair of Zener diodes D2, D3 and the resistor R1. The second polarity reversing switch (in addition to the PNP - NPN switches) serves in the measurement of FETs at the cut-off bias of the gate, or in the measurement of the residual current I_{CEU} of transistors. The resistor R26 separates the supply from the point to which the AC driving voltage is applied (via the capacitors C18, C19).

8.3. Zdroj stabilizovaného střídavého napětí pro buzení měřených prvků

Je zapojen jako oboustranný omezovač amplitudy se Zenerovými diodami D8, D9 a odporem R4. Následuje filtr, potlačující částečně vyšší harmonické ořezaného signálu, tj. odpor R7 a kondenzátory C6, C7. Při měření h_{21e} je použita na každém rozsahu I_B konstantní budicí úroveň, jež se mění dekadicky jen se změnou pracovního bodu přepínačem P3.2. Na všech rozsazích I_B je střídavý budicí proud báze I_B asi 10× menší než I_B . Při změně rozsahu h_{21e} (100 - 300 - 1000 - 3000) se mění citlivost měřicího zesilovače. Úroveň na bodu 22 (asi 1,65 V ~) se nastavuje trimrem R8.

Při měření y_{21e} je naopak konstantní citlivost zesilovače a mění se budicí úroveň přepínačem P1.1 — dělič R27 - R30. Trimr R9 je určen na nastavení střídavého napětí na bodu 21 (75 mV ~).

8.4. Kolektorový obvod

Napájecí napětí jde z přepínače polarity NPN - PNP na dekadu R40 - R45, která je normálně zkratována kontakty 7 - 8 tlačítek U_{CE3} a U_2 . Při zvolení těchto funkcí dovolují odpory R40 - R45 regulovat proud do svorky C (s připojeným malým odporem až zkratem) potenciometrem R24. Odtud vede napájení přes další dekadu R46 - R50, mechanicky spřaženou s přepínačem I_B . Tato je použita při měření h_{21e} na snímání úbytku, úměrného střídavému proudu kolektoru. Elektrolyty C23, C24 oddělují ss složku, odpor R51 uzavírá ss obvod ve vstupu operačního zesilovače. Při měření y_{21e} je konstantně použita část dekad R46 - R49 — přepíná se kontakty 4b - 5b - 6b tlačítka y_{21e} . Celá dekada je

8.3. Источник стабилизированного переменного напряжения для возбуждения измеряемых элементов

Он собран по схеме двухстороннего ограничителя амплитуд на стабилитронах D8, D9 и сопротивлении R4. Далее в источнике имеется фильтр, который частично подавляет высшие гармоники ограниченного сигнала, состоящий из сопротивления R7 и конденсаторов C6, C7. При измерении h_{21e} на каждом пределе I_B используется постоянный уровень возбуждения, который изменяется декадически только при изменении режима работы переключателем P3.2. На всех пределах I_B переменный ток возбуждения базы I_B приблизительно в 10 раз меньше тока I_B . При изменении пределов h_{21e} (100 - 300 - 1000 - 3000) изменяется чувствительность измерительного усилителя. Уровень сигнала в точке 22 (прибл. 1,65 В перем.) устанавливается подстроечником R8. При измерении y_{21e} наоборот имеет место постоянная чувствительность усилителя и изменяется уровень возбуждения переключателем P1.1 — делитель R27 - R30. Подстроечник R9 предназначен для установки переменного напряжения в точке 21 (75 мВ перем.).

8.4. Схема коллектора

Напряжение питания снимается с переключателя полярности n-p-n — p-p-n и подается на декаду R40 - R45, которая нормально шунтируется контактами 7 - 8 кнопок U_{CE3} и U_2 . При установке этих режимов работы сопротивления R40 - R45 дают возможность регулировать ток, подаваемый на зажим C (с подключенным малым сопротивлением вплоть до короткого замыкания) потенциометром R24. Далее напряжение питания через последующую декаду R46 - R50, механически сопряженную с переключателем I_B , поступает далее.

Декада предназначена для измерения h_{21e} для снятия падения, пропорционального переменному

8.3. Stabilized AC voltage supply for driving the measured semiconductor device

This supply is a double amplitude clipper with Zener diodes D8, D9 and resistor R4, followed by a filter for the partial suppression of higher harmonics of the clipped signal. This filter is formed by the resistor R7 and capacitors C6, C7. In h_{21e} measurement, in each range of I_B a constant driving level is employed which changes decadically only when the working point is altered with the switch P3.2. In all the I_B ranges, the AC base driving current I_B is approximately ten times lower than I_B . When the h_{21e} range is altered (100, 300, 1000, 3000), then the sensitivity of the measuring amplifier changes also. The level of point 22 (approximately 1.65 V AC) can be set with the trimmer R8. On the other hand, in y_{21e} measurement, the sensitivity of the amplifier is constant and the driving level is altered with the switch P1.1 — divider R27 — R30. The trimmer R9 serves for adjusting the AC voltage at the point 21 (75 mV AC).

8.4. Collector circuit

The powering voltage passes from the NPN - PNP polarity change-over switches to the decade R40 - R45 which is normally short-circuited by the contacts 7, 8 of the push-buttons U_{CE3} and U_2 . When these functions are selected, the resistors R40 - R45 allow control of the current flowing to the terminal C (with a low resistance or short circuit connected) by means of the potentiometer R24. From there, the powering passes on to a further decade R46 - R50 which is ganged with the switch I_B ; the latter is used in h_{21e} measurements for picking up the voltage drop which is proportional to the AC collector current. The electrolytic capacitors C23, C24 separate the DC

тlačítka h_{21e} přímo (přes malý odpor dekady R53 - R57) na gate FETu.

8.8. Měřicí zesilovač

Je napájen ze zdroje $\pm 12,5$ V, stabilizovaného Zenerovými diodami D12, D13. Vinutí na síťovém transformátoru je stíněné, protože celý zesilovač při měření proudů je „plovoucí“, neukostřený. Kondenzátory C10 - C13, jakož i C15 a členem C16, R21 je zajištěna stabilita operačního zesilovače. Diody D18, D19, D20 a kondenzátor C17 chrání operační zesilovač a měřidlo před špičkami napětí a rázy při přepínání funkcí. Odporů (v pořadí od interní plovoucí země zesilovače) R19 - R31 - R32 - R33 - R22 tvoří zpětnovazební dělič zesilovače, určující zisk (viz stručný popis činnosti). Vstup měřicího zesilovače mezi body 29 a 31 je připojen na řadu přepínacích kontaktů (1, 2, 3 na všech tlačítkách funkcí), kterými se zapojuje na jednotlivé měřicí dekady nebo na dělič pro měření napětí, složený z odporů R65, R52, příp. při rozsahu 1 V R64.

9. POKYNY PRO ÚDRŽBU PŘÍSTROJE

Zkoušeč BM 529 je servisní přístroj řešený tak, že není choulostivý na způsob obsluhy. Má vestavěné ochrany příslušných obvodů a měřidla proti přetížení. Použití libovolné kombinace tlačítek nemůže rovněž způsobit žádné poškození přístroje. Po me-

gajty 8a, 9a knoflíky y_{21e} a 7b - 8b knoflíky h_{21e} непосредственно (через малое сопротивление декады R53 - R57) на заграждающий электрод FET.

8.6. Измерительный усилитель

Он питается от источника $\pm 12,5$ В, напряжение которого стабилизировано стабилитронами D12, D13. Обмотка сетевого трансформатора экранирована, так как весь усилитель при измерении токов является «плавающим», т. е. не соединен с корпусом. Конденсаторы C10 - C13 так же, как и C15 и цепочка C16, R21 обеспечивают устойчивость операционного усилителя. Дiodы D18, D19, D20 и конденсатор C17 защищают операционный усилитель и измерительный прибор от пиков напряжения и от ударов при переключении режимов работы. Сопротивления (в последовательности от внутреннего «плавающего» усилителя) R19 - R31 - R32 - R33 - R22 образуют делитель обратной связи усилителя, определяющий коэффициент усиления (см. краткое описание принципа действия). Вход измерительного усилителя между точками 29 и 31 подключен к ряду переключающих контактов (1, 2, 3 всех кнопок, переключающих режим работы), с помощью которых вход подключается к отдельным измерительным декадам или к делителю для измерения напряжений, состоящему из сопротивлений R65, R52 или R64 при пределе 1 В.

9. УКАЗАНИЯ ПО УХОДУ ЗА ПРИБОРОМ

Испытатель BM 529 — это технический прибор, выполненный так, чтобы он был мало чувствителен к способу эксплуатации. В нем предусмотрены защиты соответствующих цепей и измерительного прибора от перегрузки. Использо-

directly to the gate of the FET under test through the low resistance of the decade R53 - R57 via the contacts 8a, 9a of the push-button y_{21e} and the contacts 7b, 8b of the push-button h_{21e} .

8.8. Measuring amplifier

The supply of $\pm 12,5$ V which has two stabilizing Zener diodes D12, D13 serves for powering the measuring amplifier. The pertaining winding of the mains transformer is screened, as the whole amplifier is floating during current measurement. The capacitors C10 - C13 and C15, and the network C16, R21, serve for ensuring the stability of the operational amplifier. The diodes D18, D19, D20 and the capacitor C17 protect the operational amplifier and the meter from excessive voltages and voltage surges during operation mode selection. The resistors (in the sequence starting with the floating earth of the amplifier) R19, R31, R32, R33, R22 form the feedback divider of the amplifier for gain determination. The input of the measuring amplifier, between the points 29 and 31, is connected to a set of switching contacts (1, 2, 3 on all the function push-buttons) by means of which it is connected to the individual measuring decades, or to the divider for voltage measurement which is composed of the resistors R65, R52 and, if the 1 V range is set, also of R64.

9. INSTRUCTIONS FOR MAINTENANCE OF THE INSTRUMENT

The transistor tester BM 529 is one of the TESLA instruments of the "service" class; consequently, it is not very sensitive to how it is handled. The circuits of this instrument and the meter are protected against overloading. Incorrect combina-

тlačítka h_{21e} přímo (přes malý odpor dekády R53 - R57) na gate FETu.

8.6. Měřicí zesilovač

Je napájen ze zdroje $\pm 12,5$ V, stabilizovaného Zenerovými diodami D12, D13. Vinutí na síťovém transformátoru je stíněné, protože celý zesilovač při měření proudů je „plovoucí“, neukotvený. Kondenzátory C10 - C13, jakož i C15 a členem C16, R21 je zajištěna stabilita operačního zesilovače. Diody D18, D19, D20 a kondenzátor C17 chrání operační zesilovač a měřidlo před špičkami napětí a rázy při přepínání funkcí. Odporů (v pořadí od interní plovoucí země zesilovače) R19 - R31 - R32 - R33 - R22 tvoří zpětnovazební dělič zesilovače, určující zisk (viz stručný popis činnosti). Vstup měřicího zesilovače mezi body 29 a 31 je připojen na řadu přepínacích kontaktů (1, 2, 3 na všech tlačítkách funkcí), kterými se zapojuje na jednotlivé měřicí dekády nebo na dělič pro měření napětí, složený z odporů R65, R52, příp. při rozsahu 1 V R64.

9. POKYNY PRO ÚDRŽBU PŘÍSTROJE

Zkoušeč BM 529 je servisní přístroj řešený tak, že není choulostivý na způsob obsluhy. Má vestavěné ochrany příslušných obvodů a měřidla proti přetížení. Použití libovolné kombinace tlačítek nemůže rovněž způsobit žádné poškození přístroje. Po me-

tlakty 8a, 9a knočky y_{21e} a 7b - 8b knočky h_{21e} непосредственно (через малое сопротивление декады R53 - R57) на заграждающий электрод FET.

8.6. Измерительный усилитель

Он питается от источника $\pm 12,5$ В, напряжение которого стабилизировано стабилитронами D12, D13. Обмотка сетевого трансформатора экранирована, так как весь усилитель при измерении токов является «плавающим», т. е. не соединен с корпусом. Конденсаторы C10 - C13 так же, как и C15 и цепочка C16, R21 обеспечивают устойчивость операционного усилителя. Дiodы D18, D19, D20 и конденсатор C17 защищают операционный усилитель и измерительный прибор от пиков напряжения и от ударов при переключении режимов работы. Сопротивления (в последовательности от внутреннего «плавающего» усилителя) R19 - R31 - R32 - R33 - R22 образуют делитель обратной связи усилителя, определяющий коэффициент усиления (см. краткое описание принципа действия). Вход измерительного усилителя между точками 29 и 31 подключен к ряду переключающих контактов (1, 2, 3 всех кнопок, переключающих режим работы), с помощью которых вход подключается к отдельным измерительным декадам или к делителю для измерения напряжений, состоящему из сопротивлений R65, R52 или R64 при пределе 1 В.

9. УКАЗАНИЯ ПО УХОДУ ЗА ПРИБОРОМ

Испытатель BM 529 — это технический прибор, выполненный так, чтобы он был мало чувствителен к способу эксплуатации. В нем предусмотрены защиты соответствующих цепей и измерительного прибора от перегрузки. Использо-

directly to the gate of the FET under test through the low resistance of the decade R53 - R57 via the contacts 8a, 9a of the push-button y_{21e} and the contacts 7b, 8b of the push-button h_{21e} .

8.6. Measuring amplifier

The supply of ± 12.5 V which has two stabilizing Zener diodes D12, D13 serves for powering the measuring amplifier. The pertaining winding of the mains transformer is screened, as the whole amplifier is floating during current measurement. The capacitors C10 - C13 and C15, and the network C16, R21, serve for ensuring the stability of the operational amplifier. The diodes D18, D19, D20 and the capacitor C17 protect the operational amplifier and the meter from excessive voltages and voltage surges during operation mode selection. The resistors (in the sequence starting with the floating earth of the amplifier) R19, R31, R32, R33, R22 form the feedback divider of the amplifier for gain determination. The input of the measuring amplifier, between the points 29 and 31, is connected to a set of switching contacts (1, 2, 3 on all the function push-buttons) by means of which it is connected to the individual measuring decades, or to the divider for voltage measurement which is composed of the resistors R65, R52 and, if the 1 V range is set, also of R64.

9. INSTRUCTIONS FOR MAINTENANCE OF THE INSTRUMENT

The transistor tester BM 529 is one of the TESLA instruments of the "service" class; consequently, it is not very sensitive to how it is handled. The circuits of this instrument and the meter are protected against overloading. Incorrect combina-

chanické stránce je nejvíce namáhanou součástí-kou držák tranzistorů na panelu (čs. patent 132426), tlačítková souprava a přepínače. Všechny tyto díly jsou snadno přístupné a demontovatelné po sejmutí krytu přístroje a štítku. Po sejmutí krytu přístroje jsou také snadno přístupné kontrolní měřicí body uvnitř přístroje. Špatná funkce těchto dílů se projeví nespolehlivými kontakty, což lze indikovat na vestavěném měřidle jako kolísání nastavené výchylky (je-li vyloučeno, že by kolísání mohlo mít jinou příčinu).

Seřízení a očištění kontaktů se provede běžným způsobem napružením a očištěním.

10. POKYNY PRO OPRAVY

Při odkrytování přístroje pro opravu nebo údržbu je třeba dodržet zásady bezpečnosti práce na částech pod elektrickým napětím. Vykazuje-li přístroj nesprávnou nebo nespolehlivou funkci, kontrolujeme nejprve správnou činnost obvodů a nastavovací prvků pro nastavení stejnosměrného pracovního bodu měřené součástky U_C , I_C . Tuto kontrolu provedeme nejlépe pomocí přístroje Avomet II následujícím způsobem.

10.1. Nelze nastavit U_{CE}

Otáčíme knoflíkem U_{CE} (3) od nuly na max. hodnotu U_{CE} . Avomet připojený podle obr. 24 musí ukazovat napětí $0 + 25 V_{min}$. Neukazuje-li Avomet žádné napětí, kontrolujeme:

vznikne libovolná kombinace knoflíků také ne vyvolává výstup přístroje ze stavu. S mechanickou částí z hlediska nejspolehlivějšího prvku je držák tranzistorů na panelu (sm. československý patent 13 2426), knoflíky a přepínače. Všechny tyto prvky jsou snadno přístupné a lze je demontovat po sejmutí krytu přístroje a štítku. Po sejmutí krytu přístroje jsou také snadno přístupné kontrolní měřicí body uvnitř přístroje. Špatná funkce těchto dílů se projeví nespolehlivými kontakty, což lze indikovat na vestavěném měřidle jako kolísání nastavené výchylky (je-li vyloučeno, že by kolísání mohlo mít jinou příčinu).

Regulace a čištění kontaktů se provádí obvyklým způsobem — napružením a čištěním.

10. УКАЗАНИЯ ПО РЕМОНТУ

После снятия крышек прибора для ремонта или ухода необходимо соблюдать правила техники безопасности, касающиеся частей, находящихся под электрическим напряжением. Если прибор работает неправильно или ненадежно, то, в первую очередь следует проконтролировать правильную работу цепей и установочных элементов, предназначенных для установки постоянного режима работы измеряемого элемента U_C , I_C . Этот контроль лучше всего осуществить с помощью прибора Авомет II следующим образом.

10.1. Невозможно установить U_{CE}

Вращать ручку U_{CE} (3) от нуля до максимума значений U_{CE} . Авомет, подключенный по рис. 24, должен показывать напряжение $0 + 25 V_{min}$. Если Авомет не показывает никакого напряжения, то следует проконтролировать:

tion of the push-buttons cannot cause damage to the instrument. From the mechanical point of view, the components most exposed to wear are: the transistor holder on the front panel (CSSR Patent No. 13 2426), the push-buttons and the selectors. All these components are easily accessible for dismantling and repair after removing the cover of the instrument and its front panel covering plate; also the measuring points of the instrument circuitry thus become easily accessible. Incorrect operation of the mentioned components due to intermittent contacts manifests itself on the meter by fluctuations of the adjusted deflection (if it is certain that there is no other reason for such fluctuations).

Adjustment of the contacts and their cleaning have to be carried out in the usual known manner.

10. INSTRUCTIONS FOR REPAIRS

Whenever the covers of the instrument are removed, it is necessary to observe the safety measures concerning work on equipment carrying high voltage. If the instrument operates incorrectly, or if its functions are not reliable, then first of all the circuits of its controls which serve for setting the working point U_C , I_C of the tested semiconductor device must be checked. For this purpose it is best to use a universal measuring instrument, such as the Avomet II, in the following manner:

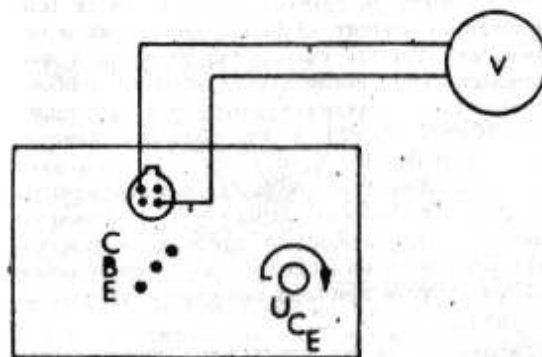
10.1. The voltage U_{CE} cannot be set

The selector (3) U_{CE} has to be turned from zero to maximum. The Avomet II connected according to Fig. 24 must indicate a voltage rising from 0 to 25 V minimum. If no voltage is indicated by the Avomet, it is necessary to check the following:

a) zda je dobrý kontakt kolíčků v kombinátoru

a) надежность контакта штифтов в коммутаторе;

a) whether the contacts of the plugs in the combination field are reliable;



Obr. 24 Рис. 24 Fig. 24

b) zda na vstup kombinátoru, který je připojen se zdílkami C, B, E (23) na panelu, je přivedeno napětí mezi C a E.

б) наличие напряжения между C и E на входе коммутатора, который соединен с зажимами C, B, E (23) на панели;

b) whether the input of the combination field, which is interconnected with the terminals (23) C, B, E on the panel, obtains voltage between C and E;

c) zda obvody síťového usměrňovače pro napětí U_{CE} , především diody D4 + D7, kondenzátory C3, C4, C5 jsou dobré a zda je v pořádku potenciometr R24, na jehož běžci musí být stejnosměrné napětí U_{CE} nastavitelné od asi 0,2 do 25 V_{min}.

в) убедиться в том, что цепи сетевого выпрямителя напряжения U_{CE} , прежде всего диоды D4 + D7, конденсаторы C3, C4, C5 исправны и что исправен потенциометр R24, на движке которого должно быть напряжение постоянного тока U_{CE} , регулируемое в пределах прибл. 0,2 В — 25 В мин.

c) whether the circuits of the mains power rectifier which supplies the voltage U_{CE} are faultless, especially the diodes D4 - D7 and the capacitors C3, C4, C5 and whether the potentiometer R24, on the slider of which the voltage U_{CE} must be adjustable from approximately 0.2 V to minimum 25 V, is in order.

Současně kontrolujeme, zda po stisknutí tlačítka U_{CE} ukazuje měřidlo BM 529 stejné napětí jako Avomet. Přitom je plná výchylka měřidla na BM 529 ≈ 25 V. Ukazuje-li Avomet napětí, ale měřidlo BM 529 napětí neukazuje, zjistíme, zda se napětí U_{CE} dostává při stlačení tlačítka U_{CE} přes odpory R64, R65, R52 na vstup měřícího zesilovače, tj. na body 29 - 31 desky s tištěnými spoji. Potom měříme v bodech 5a tlačítka I_a a tlačítka U_C a zkontrolujeme, zda je po stisknutí tlačítka U_{CE} propojena elektroda 3 operačního zesilovače s bodem 4a tlačítka U_{CE} . Kontrolujeme napájecí napětí operačního zesilovače $+U$ a $-U$ a jsou-li v pořádku, vy-

Одновременно проконтролировать, что после нажатия на кнопку U_{CE} прибор BM 529 показывает такое же напряжение, как и Авомет. При этом полное отклонение прибора BM 529 ≈ 25 В. Если Авомет показывает напряжение, но прибор BM 529 не показывает напряжение, то необходимо определить, поступает ли напряжение U_{CE} при нажатии U_{CE} через сопротивления R64, R65, R52 на вход измерительного усилителя, т. е. на точки 29 - 31 платы печатного монтажа. Для этого осуществляется измерение в точках 5a кнопкой I_a , в цепях 5a кнопкой U_C и проконтролировать, соединен ли после нажатия на кнопку U_{CE}

Also it is necessary to ensure that after depressing the push-button U_{CE} the meter of the BM 529 transistor tester indicates the same voltage as the Avomet. The f. s. d. of the meter must be ≈ 25 V. If the Avomet indicates a voltage, but the meter of the transistor tester does not, then it must be ascertained whether the voltage U_{CE} passes through the resistors R64, R65, R52 to the input of the measuring amplifier, i. e. to the points 29 - 31 of the printed circuit board, when the push-button U_{CE} is depressed. Therefore, it is necessary to carry out the measurement on the point 5a of the push-button I_a , in the circuits 5a of the push-button U_C

měníme MAA502. Nedojde-li k odstranění závady, odešleme přístroj na opravu.

10.2. Nelze nastavit I_C

Je-li funkce U_{CE} správná, kontrolujeme správnou činnost měřicího zesilovače ve funkci stejnosměrný mA-metr. To provedeme tak, že stiskneme tlačítko U_Z a I_{CEO} do držáku mezi C - E zapojíme Avomet II nebo NR50 podle obr. 25 a přepínáme rozsah I_C , nastavíme pinou výchylku na BM 529 potenciometrem U_{CE} a odečítáme na Avometu II, nebo na číslicovém voltampérmetru Metra NR 50.

Rozsah I_C	Číslo BM 529	Číslo Avometu	NR50
1 μA	1 μA		1 $\mu A \pm 3\%$
10 μA	10 μA		10 $\mu A \pm 3\%$
100 μA	100 μA	100 $\mu A \pm 3\%$	100 $\mu A \pm 3\%$
1 mA	1 mA	1 mA $\pm 3\%$	1 mA $\pm 3\%$
10 mA	10 mA	10 mA $\pm 3\%$	10 mA $\pm 3\%$
100 mA	100 mA	100 mA $\pm 3\%$	100 mA $\pm 3\%$

Ukazuje-li Avomet proud, ale měřidlo BM 529 nulu nebo nesprávnou hodnotu, je chyba v tlačítkové soupravě, přepínačích nebo měřicím zesilovači. Prověříme podle schématu zapojení tlačítkové soupravy a hodnoty odporů pro snímání I_C (R58 + R63).

elektrod 3 operačního zesilovače s touto 4a tlačítko U_{CES} . Prokontrolovat napětí napájení operačního zesilovače $+U$ a $-U$ a pokud jsou v pořádku, nahradit MAA 502. Pokud i po tomto neodstraní se závada, přístroj musí být odeslán na opravu.

10.2. Нельзя установить I_C

Если схема U_{CE} работает правильно, то необходимо проконтролировать работу измерительного усилителя в режиме миллиамперметра постоянного тока.

Для этого следует нажать на кнопку U_Z и I_{CEO} , в держатель между C - E включить Авомет II или NR50 по рис. 25 и переключить пределы I_C , установить полное отклонение по BM 529 потенциометром U_{CE} и отсчитать значение по Авометру II, или по цифровому вольтамперметру «Метра NR50».

Предел I_C	Показание BM 529	Показание Авомета	NR 50
1 мкА	1 мкА		1 мкА $\pm 3\%$
10 мкА	10 мкА		10 мкА $\pm 3\%$
100 мкА	100 мкА	100 мкА $\pm 3\%$	100 мкА $\pm 3\%$
1 mA	1 mA	1 mA $\pm 3\%$	1 mA $\pm 3\%$
10 mA	10 mA	10 mA $\pm 3\%$	10 mA $\pm 3\%$
100 mA	100 mA	100 mA $\pm 3\%$	100 mA $\pm 3\%$

Если Авомет показывает ток, но прибор BM 529 дает нулевое отклонение или показывает неправильное значение, то не исправен кнопочник, переключатели или измерительный усилитель. Проверить по схеме кнопочник и значения со-

and to test whether there is a connection between the electrode 3 of the operational amplifier and the point 4a of the push-button U_{CES} after depressing the push-button U_{CE} . The powering voltages $+U$ and $-U$ of the operational amplifier have to be checked and if they are found correct the operational amplifier MAA502 itself will have to be exchanged. Should even this exchange not result in remedy of the defect, then the instrument will have to be sent to the makers for repair.

10.2. The current I_C cannot be set

Provided the functioning of the U_{CE} is correct, the operational amplifier must be tested in its function as DC milliammeter. The procedure is as follows: The push-buttons U_Z and I_{CEO} have to be depressed. A milliammeter (Avomet II or digital voltmeter Metra NR 50) has to be connected to the terminals C and E of the transistor holder according to Fig. 25, and then by switching the ranges of I_C , full-scale deflection of the meter of the BM 529 transistor tester has to be set by means of the potentiometer U_{CE} . At the same time, the indication of the employed reference milliammeter has to be followed.

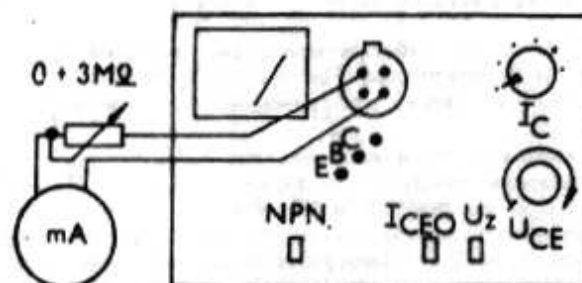
I_C range	Indication on BM 529	Indication on Avomet II	Display on NR 50
1 μA	1 μA		1 $\mu A \pm 3\%$
10 μA	10 μA		10 $\mu A \pm 3\%$
100 μA	100 μA	100 $\mu A \pm 3\%$	100 $\mu A \pm 3\%$
1 mA	1 mA	1 mA $\pm 3\%$	1 mA $\pm 3\%$
10 mA	10 mA	10 mA $\pm 3\%$	10 mA $\pm 3\%$
100 mA	100 mA	100 mA $\pm 3\%$	100 mA $\pm 3\%$

If the Avomet indicates a current, but the meter of the BM529 transistor tester indicates zero or an incorrect value, then the defect is either in the push-button set, in one of the selectors, or in the measuring amplifier. The wiring of the push-

Je-li zapojení a hodnoty v pořádku, vyměníme operační zesilovač MAA502. Po výměně MAA502 musíme provést znovu nastavení nuly. Když ani potom přístroj nepracuje správně, je třeba jej zaslat do výrobního závodu.

противлений для снятия I_C ($R58 + R63$). Если схема и значения исправны, то заменить операционный усилитель MAA 502. После замены MAA 502 необходимо снова произвести установку нуля. Если даже после этого прибор не работает правильно, то его следует отправить на ремонт на завод-изготовитель.

buttons will have to be checked for correctness according to the wiring diagram of the instrument and the values of the resistors for I_C sensing ($R58 - R63$) measured. If the wiring and the resistors are in order, then the operational amplifier MAA 502 will have to be exchanged and the electrical zero readjusted. If, even after this exchange the instrument does not operate satisfactorily, then it will have to be returned to the makers for repair.



Obr. 25 Pac. 25 Fig. 25

10.3. Nelze nastavit I_B nebo U_G

Je-li možno nastavit U_{CE} , I_C uvedeným způsobem, avšak přesto po nasunutí tranzistoru nelze I_C u dobrého tranzistoru nastavit, kontrolujeme správnou funkci zdroje I_B (U_G). Postupujeme obdobně jako při kontrole U_{CE} , I_C .

Je-li stisknuto pouze tlačítko NPN, měřidlo BM 529 musí ukazovat nulu.

Rozsah I_B v poloze 10 mA.

Připojíme Avomet jako voltmetr mezi E - B podle obr. 26. Otáčíme knoflíkem 4 od nuly na max. hodnotu a Avomet musí ukazovat napětí $U_G = 0 +$

10.3. Невозможно установить I_B или U_G

Если можно установить U_{CE} , I_C в соответствии со сказанным выше, но после установки транзистора невозможно установить I_C у исправного транзистора, то необходимо проконтролировать правильность работы источника I_B (U_G). Поступают аналогично контролю U_{CE} , I_C .

Если нажата только кнопка п-р-п, то измерительный прибор BM 529 должен показывать ноль.

Предел I_B соответствует положению 10 mA.

Подключить Авомет в качестве вольтметра к точкам E - B по рис. 26. Вращать ручкой 4 от нуля до максимального значения и Авомет должен показывать напряжение $U_G = 0 + 25$ В мин. Если

10.3. The current I_B or the voltage U_G cannot be set

If the values U_{CE} , I_C can be set in the described manner, but the current I_C cannot be set as required when the transistor is inserted then the operation of the I_B (U_G) supply must be checked for correctness. The procedure resembles that for checking the values of U_{CE} and I_C .

When only the push-button NPN is depressed, the meter on the panel of the BM 529 transistor tester must indicate zero.

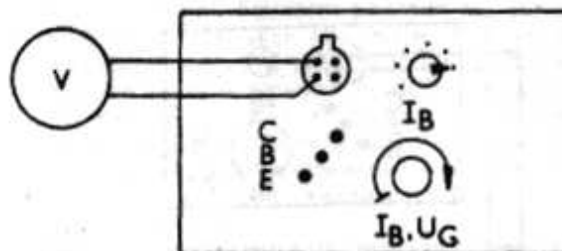
The selector I_B has to be set to 10 mA.

The Avomet used as a voltmeter has to be connected between the terminals E and B as shown in Fig. 26. When the potentiometer 4 is turned from zero to maximum, the Avomet should indicate

- 25 V_{min}. Neukazuje-li Avomet žádné napětí, kontrolujeme:

Авомет не показывает никакого напряжения, то следует проконтролировать:

the voltage $U_G = 0$ to 25 V minimum. If the Avomet does not indicate any voltage at all, it is necessary to check:



Obr. 28 Рис. 26 Fig. 26

- a) zda je dobrý kontakt kolíčků v kombinátoru,
- b) zda na vstup kombinátoru, který je propojen se zdírkami B - E na panelu, je přivedeno napětí mezi B - E,
- c) zda obvody usměrňovače zdroje I_B (U_G) jsou v pořádku.

- a) надежность контакта штифтов в коммутаторе;
- б) убедиться в том, что на входе коммутатора, который соединен с зажимами B - E на панели, имеется напряжение между B - E;
- в) убедиться в исправности цепей выпрямителя источника питания I_B (U_G). Убедиться в том, что после нажатия на кнопку U_G прибор BM 529 показывает такое же напряжение, как и Авомет.

- a) whether the contacts in the combination field are reliable;
- b) whether the input of the combination field which is interconnected with the sockets B and E on the panel obtains the correct voltage between B and E;
- c) whether the circuits of the rectifier in the I_B (U_G) supply are in order.

Současně kontrolujeme, zda po stisknutí tlačítka U_G ukazuje měřidlo BM 529 stejné napětí jako Avomet.

Je-li činnost podle a), b), c) správná, připojíme do držáku mezi B - E mA-metr (Avomet II. nebo NR50), stiskneme tlačítko I_B (13), přepínáme rozsah I_B , kontrolujeme plné výchylky nastavením I_B na měřidle BM 529, obr. 27. Kontrolu I_B pomocí Avometu můžeme provádět od 100 μA výše. Pro menší proudy je vhodné použít NR50. Očkej Avomet

Если работа по пунктам а), б), в) исправна, то следует к держателю между точками B - E подключить миллиамперметр (Авомет II или NR50), нажать на кнопку I_B (13), переключить пределы I_B и проконтролировать полное отклонение установкой I_B по прибору BM 529 — рис. 27. Контроль I_B с помощью прибора Авомет можно осуществлять, начиная с 100 μA и выше. Для меньших токов целесообразно использовать прибор NR50. Показание прибора Авомет II или

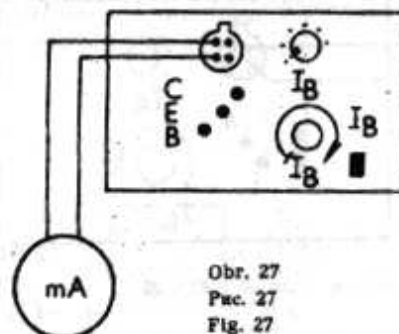
At the same time, it is necessary to check whether the meter on the panel of BM 529 indicates the same voltages as the Avomet when the push-button U_G is depressed.

If the results of the tests a), b) and c) are favourable, then a milliammeter (Avomet II or NR 50) has to be connected between the terminals B and E of the transistor holder and, by switching the I_B ranges, the f. s. d. of the meter on the BM 529 panel has to be checked with the push-button (13) I_B depressed (see Fig. 27). The Avomet is applicable for I_B checking from 100 μA upwards. For lower intensities, the digital instrument NR 50 has to be used. The difference between the reading on

metu II, případně NR 50 a měřidla BM 529 se nemá lišit více než o $\pm 3\%$.

NR50 и прибора BM 529 должны отличаться друг от друга не более, чем на $\pm 3\%$.

the meter of the BM 529 instrument and that on the employed reference milliammeter must not exceed 3%.



Obr. 27
Рис. 27
Fig. 27

Rozsah I_B	Údaj BM 529	Údaj NR50	Údaj Avometu II
10 mA	10 mA	10 mA $\pm 3\%$	10 mA $\pm 3\%$
1 mA	1 mA	1 mA $\pm 3\%$	1 mA $\pm 3\%$
100 μ A	100 μ A	100 μ A $\pm 3\%$	100 μ A $\pm 3\%$
10 μ A	10 μ A	10 μ A $\pm 3\%$	
1 μ A	1 μ A	1 μ A $\pm 3\%$	

Предел I_B	Показание BM 529	Показание NR 50	Показание Авомета II
10 mA	10 mA	10 mA $\pm 3\%$	10 mA $\pm 3\%$
1 mA	1 mA	1 mA $\pm 3\%$	1 mA $\pm 3\%$
100 мкА	100 мкА	100 мкА $\pm 3\%$	100 мкА $\pm 3\%$
10 мкА	10 мкА	10 мкА $\pm 3\%$	
1 мкА	1 мкА	1 мкА $\pm 3\%$	

I_B range	Indication on BM 529	Display on NR 50	Indication on Avomet II
10 mA	10 mA	10 mA $\pm 3\%$	10 mA $\pm 3\%$
1 mA	1 mA	1 mA $\pm 3\%$	1 mA $\pm 3\%$
100 μ A	100 μ A	100 μ A $\pm 3\%$	100 μ A $\pm 3\%$
10 μ A	10 μ A	10 μ A $\pm 3\%$	
1 μ A	1 μ A	1 μ A $\pm 3\%$	

Ukazuje-li Avomet proud, ale BM 529 nemá výchylku, je chyba v tlačítkové soupravě, přepínačích nebo měřicím zesilovači. Tlačítkovou soupravu kontrolujeme podle schématu. Je-li zapojení a součástky v pořádku, vyměníme MAA502. Nedojde-li ani potom k odstranění závady, je nutno přístroj poslat do opravy.

Если Авомет показывает ток, но BM 529 не дает отклонения, то неисправен кнопочник, переключатели или измерительный усилитель. Кнопочник проконтролировать по схеме. Если схема и элементы исправны, то необходимо заменить MAA 502. Если даже после этого неисправность не устранена, то прибор следует отправить на ремонт.

If the reference milliammeter indicates a current, but the meter on the panel of the BM 529 instrument is inoperative, then the defect is either in the push-button set, in the selectors, or in the measuring amplifier. The push-buttons have to be checked according to the wiring diagram of the instrument. If the wiring and the components are in order, then the operational amplifier MAA 502 will have to be exchanged.

If, even after this exchange the instrument still operates incorrectly, it will have to be sent to the makers for repair.

10.4. Nelze měřit h_{21e}

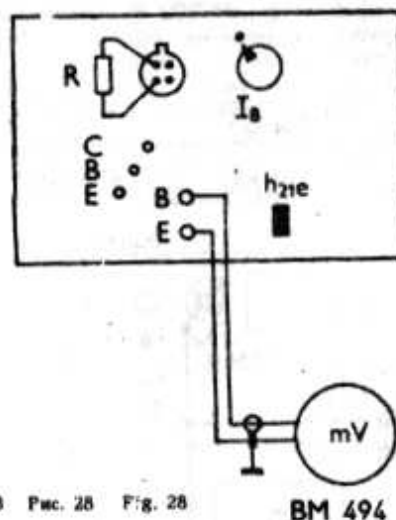
Lze nastavit U_{CE} , I_C , I_B a lze určit h_{21e} , ale ve funkci h_{21e} neukazuje měřidlo výchylku. V tomto případě kontrolujeme nejprve, zda na svorku B držáku se dostává střídavý budicí signál 50 Hz po stlačení h_{21e} . Není-li na svorce B - E střídavý signál, kontrolujeme, zda je střídavý signál v bodě 9b tlačítka h_{21e} , dále zda je mezi R26 a C18 a zda je střídavý signál mezi 22 - 23 na desce s tištěnými spoji. Toto napětí měříme mezi B - E pomocí nf milivoltmetru např. BM 494.

Pak zkontrolujeme, jaký střídavý proud I_B teče do báze.
Pro tuto kontrolu provedeme zapojení podle obr. 28.

10.4. Невозможно измерить h_{21e}

Можно установить U_{CE} , I_C , I_B и можно определить h_{21e} , но в режиме h_{21e} прибор не дает отклонения. В этом случае необходимо сначала проконтролировать наличие переменного сигнала возбуждения 50 Гц после нажатия h_{21e} на зажиме В держателя. Если на зажиме В - Е нет переменного сигнала, то убедиться в наличии переменного сигнала в точке 9b кнопки h_{21e} , а также между R26 и C18 и, наконец, в наличии переменного сигнала между 22 - 23 платы печатного монтажа. Это напряжение измеряется между В - Е с помощью милливольтметра НЧ, например, BM 494.

Затем проконтролировать величину переменного тока I_B протекающего в базу. Для этого контроля собрать схему по рис. 28.



Obr. 28 Рис. 28 Fig. 28

BM 494

V zapojení podle obr. 28 při stisknutí tlačítka

По схеме по рис. 28 при нажатой кнопке h_{21e} с помощью милливольтметра НЧ на сопротивле-

10.4. The value h_{21e} cannot be measured

If the data U_{CE} , I_C , I_B can be set and the value h_{21e} measured, but in the mode h_{21e} the meter is inoperative, then first of all it is necessary to check whether the AC driving signal of 50 Hz frequency reaches the terminal B of the transistor holder after the push-button h_{21e} has been depressed. If there is no AC signal between the terminals B and E, it is necessary to ascertain whether there is one on the point 9b of the push-button h_{21e} and between the resistor R26 and the capacitor C18, as well as between the points 22 and 23 on the printed circuit board. This AC voltage has to be measured with an AF millivoltmeter (e. g. BM 494). Then, the AC current I_B flowing into the base of the tested transistor has to be checked according to Fig. 28.

With the push-button h_{21e} depressed, the AC voltages u measured with an external millivoltmeter (according to Fig. 28) and dependent on the mag-

h_{21e} máme na milivoltmetrem na odporu R naměřit napětí u ~:

Rozsah I_B	R	$u \sim (50 \text{ Hz})$	I_B
10 mA	100 Ω	79 mV $\pm 5\%$	790 μA
1 mA	100 Ω	7,5 mV $\pm 5\%$	75 μA
100 μA	100 Ω	750 $\mu\text{V} \pm 5\%$	7,5 μA
10 μA	1 k Ω	750 $\mu\text{V} \pm 5\%$	750 μA
1 μA	10 k Ω	750 $\mu\text{V} \pm 5\%$	75 μA

Dostává-li se na svorku B střídavý signál, ale při stroji při měření h_{21e} neukazuje výchylku, provedeme kontrolu, zda měřidlo BM 529 ve funkci h_{21e} reaguje na střídavý proud mezi C - E. Provedeme zapojení podle obr. 29.

V zapojení podle obr. 29 a při stisknutí tlačítka h_{21e} musíme naměřit na rozsahu $h_{21e} = 100$ a pro plnou výchylku měřidla napětí u_{CE} .

Rozsah I_B	Rozsah I_C	u_{CE}
100 μA	100 mA	6,3 mV _{eff}

или R должно быть измерено напряжение u перем.

Предел I_B	R	u перем. (50 Гц)	I_B
10 мА	100 Ом	79 мВ $\pm 5\%$	790 мкА
1 мА	100 Ом	7,5 мВ $\pm 5\%$	75 мкА
100 мкА	100 Ом	750 мкВ $\pm 5\%$	7,5 мкА
10 мкА	1 кОм	750 мкВ $\pm 5\%$	750 мкА
1 мкА	10 кОм	750 мкВ $\pm 5\%$	75 мкА

Если на зажим В поступает переменный сигнал, на прибор при измерении h_{21e} не дает отклонения, то необходимо убедиться в том, что прибор BM 529 в режиме h_{21e} реагирует на переменный ток между точками С - Е. Собрать схему по рис. 29.

В схеме по рис. 29 и при нажатой кнопке h_{21e} необходимо на пределе $h_{21e} = 100$ и при полном отклонении прибора напряжение u_{CE} .

Предел I_B	Предел I_C	u_{CE}
100 мкА	100 мА	6,3 мВ эфф.

nitude of the employed resistor R and the selected I_B range should be as follows:

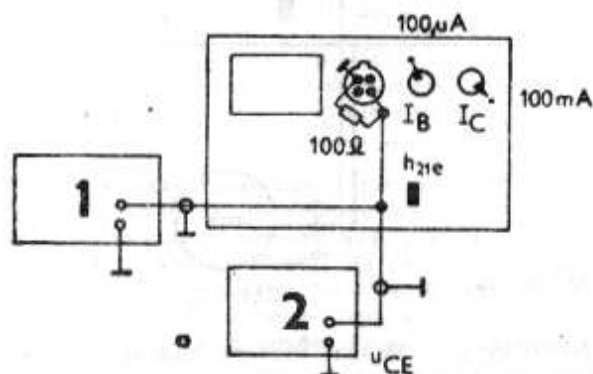
I_B range	R	AC signal u (50 Hz)	I_B
10 mA	100 Ω	79 mV $\pm 5\%$	790 μA
1 mA	100 Ω	7,5 mV $\pm 5\%$	75 μA
100 μA	100 Ω	750 $\mu\text{V} \pm 5\%$	7,5 μA
10 μA	1 k Ω	750 $\mu\text{V} \pm 5\%$	750 μA
1 μA	10 k Ω	750 $\mu\text{V} \pm 5\%$	75 μA

If the AC signal reaches the terminal B, but the meter does not indicate in h_{21e} measurement, then it is necessary to check whether it responds at all to AC signals applied between the terminals C and E in the mode of h_{21e} measurement. This test has to be carried out according to Fig. 29.

With the push-button h_{21e} depressed, the measurement of u_{CE} according to Fig. 29 has to be carried out within the range $h_{21e} = 100$. For f. s. d. of the meter on the panel, the following data apply:

I_B range	I_C range	u_{CE}
100 μA	100 mA	6,3 mV _{rms}

Obr. 29 Рис. 29 Fig. 29



1 — RC generátor 50 Hz
2 — af milivoltmetr BM 494

1 — Генератор RC 50 Гц
2 — Милливольтметр НЧ BM 494

1 — RC generator of 50 Hz
2 — AF millivoltmetr BM 494

Je-li střídavý proud v obvodu B - E, reaguje-li kolektorový obvod na střídavý proud, ale nesprávně, je závada v tlačítkové soupravě nebo odporových dělicích. Kontrolujeme podle schématu, případně provedeme výměnu MAA502 nebo příslušného vadného odporu. Nepracuje-li přístroj ani potom, je nutno jej poslat do výrobního závodu.

10.5. Nelze měřit y_{21e} FETů

Stejnoseměrný pracovní bod U_{CE} , I_C lze nastavit (viz bod 10.1; 10.2). Zkontrolujeme, zda mezi G - E FETu se dostává střídavé napětí. Přístroj BM 494 připojíme do svorek B - E. Potenciometr U_G na nulu. Stiskneme tlačítko y_{21e} . Přepínač y_{21e} do polohy 1 mS. Potenciometrem R9 nastavíme na B - E 75 mV.

V ostatních polohách y_{21e} naměříme:

Rozsah y_{21e}	U_{CE}
1 mS	75 mV
3 mS	23,7 mV
10 mS	7,5 mV
30 mS	2,37 mV

Zapojení při tomto měření je na obr. 30.

Kontrolu kolektorového obvodu provedeme podle odstavce 10.4.

Если переменный ток проходит по цепи В - Е и коллекторная схема реагирует на переменный ток, но неправильно, то неисправен кнопочник или делители на резисторах. Проконтролировать делители по схеме и, в случае необходимости, заменить МАА 502 или же обнаруженное негодное сопротивление. Если даже после этого прибор не работает, то его необходимо отправить на ремонт на завод-изготовитель.

10.5. Невозможно измерить y_{21e} транзисторов FET

Режим работы по постоянному току U_{CE} , I_C можно установить (см. пункт 10.1.; 10.2.). Проконтролировать, что между G - E транзисторов FET имеет место переменное напряжение. Прибор BM 494 подключить к зажимам В - Е. Потенциометр U_G установить на ноль. Нажать на кнопку y_{21e} . Переключатель y_{21e} перевести в положение 1 мС. Потенциометром R9 установить на В - Е 75 мВ. В остальных положениях y_{21e} должно быть измерено:

Предел y_{21e}	U_{CE}
1 мС	75 мВ
3 мС	23,7 мВ
10 мС	7,5 мВ
30 мС	2,37 мВ

Схема для этого измерения показана на рис. 30.

Контроль схемы коллектора выполнять по пункту 10.4.

If an AC current flows between B and E, but the collector circuit responds incorrectly to AC current, then the defect is either in the push-button set or in the resistance dividers. The appropriate tests have to be carried out according to the wiring diagram of the instrument. If necessary, the defective resistor or the operational amplifier MAA 502 has to be exchanged. If, even then the transistor tester does not operate satisfactorily, it will have to be sent to the makers for repair.

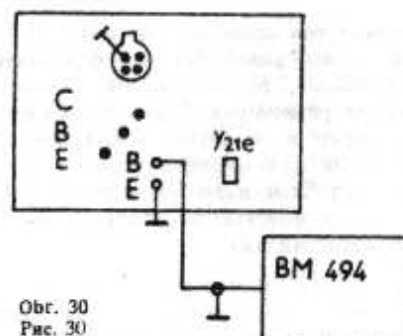
10.5. The value y_{21e} of FETs cannot be measured

The DC working point U_{CE} , I_C can be set (see items 10.1. and 10.2.). It is necessary to check whether there is an AC between the electrodes G and E of the measured FET. The AF milliammeter (BM 494) has to be connected to the terminals B and E and the potentiometer U_G set to zero. Then, the push-button y_{21e} has to be depressed and the selector (5) y_{21e} set to 1 mS. Then, the voltage of 75 mV has to be set between B and E with the potentiometer R9. In the other positions of the y_{21e} selector, the U_{CE} values should be as follows:

y_{21e} range	U_{CE}
1 mS	75 mV
3 mS	23,7 mV
10 mS	7,5 mV
30 mS	2,37 mV

The diagram for this measurement is in Fig. 30.

The collector current circuit has to be checked as described in item 10.4.



Obr. 30
Рис. 30
Fig. 30

10.6. Nelze zkoušet tranzistory v obvodech

Stiskneme tlačítko I_B V OBVODECH.

Pak na zdítkách C - E a B - E naprázdno musíme naměřit Avometem II nebo BM 494 střídavé napětí 2,15 V_{ef} (obr. 31). Potenciometr I_B vytočen na maximum.

10.6. Невозможно испытывать транзисторы, включенные в цепи

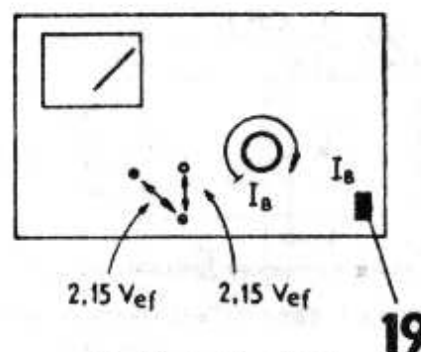
Нажать на кнопку I_B в цепях.

Затем на ненагруженных зажимах C - E и B - E должно быть измерено напряжение 2,15 В_{эф}. (рис. 31) прибором Авомет II или BM 494. Потенциометр I_B установлен в положение максимума.

10.6. Transistors connected in circuits cannot be tested

The push-button I_B IN CIRCUITS has to be depressed.

Then, an AC voltage of 2.15 V RMS must be measurable between the unloaded sockets C - E and B - E with an Avomet II or the AF millivoltmeter BM 494 (Fig. 31). The potentiometer I_B must be set to maximum.



Obr. 31 Рис. 31 Fig. 31

$$V_{ef} = B_{eff}$$

$$V_{ef} = V_{RMS}$$

19 — I_B v obvodech

19 — I_B в цепях

19 — I_B in circuits

Метр в функции I_B или I_C не должен показывать никакого отклонения, а когда на выводы С-Е и В-Е присоединим сопротивления 1 кОм. Затем к С-Е и В-Е подключим для проверки обычный диод и при этом измерительный прибор должен показывать отклонение.

Реагирует ли БМ 529 при указанном испытании реагирует, но если даже после этого невозможно измерять, то необходимо проконтролировать кнопку, потенциометр R25 и сопротивление R5 (27 Ом).

Немешает ли устройство или потом, является ли прибор за-
слат до производного завода.

Таблица уровней напряжений

Постоянные напряжения (измеряются при напряжении сети 220 В $\pm 1\%$).

Место измерения	Уровень напряжения	Измерительный прибор
на конденсаторе C1	48 В	Авомет II
на конденсаторах C3 + C4	32 В	Авомет II
на диодах D2 + D3	27 В	Авомет II
на конденсаторе C8	25 В	Авомет II
на конденсаторе C9	25 В	Авомет II
на конденсаторе C11	11 В	Авомет II
на конденсаторе C12	11 В	Авомет II

Переменное напряжение (измеряется при напряжении сети 220 В $\pm 1\%$).

Место измерения	Уровень напряжения	Измерительный прибор
сетевой трансформатор		
6-7	40,5 V _{ef}	Авомет II
4-5	28,8 V _{ef}	Авомет II
8-11	16,0 V _{ef}	Авомет II
8-9	2,15 V _{ef}	Авомет II
13-12	22,5 V _{ef}	Авомет II
13-14	22,5 V _{ef}	Авомет II

Измерительный прибор в режиме I_B или I_C не должен показывать никакого отклонения, а когда на выводы С-Е и В-Е присоединим сопротивления 1 кОм. Затем к С-Е и В-Е подключим для проверки обычный диод и при этом измерительный прибор должен показывать отклонение.

Если прибор БМ 529 при указанном испытании реагирует, но если даже после этого невозможно измерять, то необходимо проконтролировать кнопку, потенциометр R25 и сопротивление R5 (27 Ом).

Если даже после этого прибор не работает, то его необходимо отправить на ремонт на завод-изготовитель.

Таблица уровней напряжений

Постоянные напряжения (измеряются при напряжении сети 220 В $\pm 1\%$).

Точка измерения	Уровень напряжения	Измерительный прибор
на конденсаторе C1	48 В	Авомет II
на конденсаторах C3 + C4	32 В	Авомет II
на диодах D2 + D3	27 В	Авомет II
на конденсаторе C8	25 В	Авомет II
на конденсаторе C9	25 В	Авомет II
на конденсаторе C11	11 В	Авомет II
на конденсаторе C12	11 В	Авомет II

Переменное напряжение (измеряется при напряжении сети 220 В $\pm 1\%$).

Точка измерения	Уровень напряжения	Измерительный прибор
Сетевой трансформатор		
6-7	40,5 В _{эф}	Авомет II
4-5	28,8 В _{эф}	Авомет II
8-11	16,0 В _{эф}	Авомет II
8-9	2,15 В _{эф}	Авомет II
13-12	22,5 В _{эф}	Авомет II
13-14	22,5 В _{эф}	Авомет II

The meter of the instrument in the mode I_B or I_C must not indicate any deflection at all even when the terminals C-E and B-E are loaded with a resistor of 1 kΩ. When a semiconductor diode is connected between the terminals C-E or B-E, the meter must indicate a deflection.

If the BM 529 instrument responds correctly to the above test, but measurement is still impossible, then the push-button set has to be checked and the potentiometer R25 and the resistor R5 (27 Ω) measured.

If, even then the defect remains hidden, then the instrument must be sent to the makers for repair.

Table of voltage levels

DC voltages (measured at 220 V $\pm 1\%$ mains voltage):

Measuring point	Voltage level	Measuring instrument
On capacitor C1	48 V	Avomet II
On capacitor C3 + C4	32 V	Avomet II
On diodes D2 + D3	27 V	Avomet II
On capacitor C8	25 V	Avomet II
On capacitor C9	25 V	Avomet II
On capacitor C11	11 V	Avomet II
On capacitor C12	11 V	Avomet II

AC voltages (measured at 220 V $\pm 1\%$ mains voltage):

Measuring point	Voltage level	Measuring instrument
Mains transformer		
6-7	40,5 V RMS	Avomet II
4-5	28,8 V RMS	Avomet II
8-11	16,0 V RMS	Avomet II
8-9	2,15 V RMS	Avomet II
13-12	22,5 V RMS	Avomet II
13-14	22,5 V RMS	Avomet II

Místo měření	Úroveň napětí	Měřicí přístroj
tištěný spoj		
21 — 23	75 mV _{ef}	BM 494
22 — 23	1,05 V _{ef}	Avomet II

10.7. Složitější opravy

Přístroj je výrobcem podroben přísné kontrole kvality součástí a nastavení obvodů. Vývojovému a výrobnímu procesu je věnována velká péče a v řadě případů je používáno speciálních technologických procesů, které mají zajistit udržení vlastností přístroje a dosažení odpovídající přesnosti. Přesto však během provozu vlivem stárnutí součástí, působením klimatických podmínek a event. i jiných vlivů se může vyskytnout závada, jež poruší funkci přístroje.

Při výměně vadných součástí používejte pouze typy, které jsou uvedeny v rozpisu elektrických součástí. Přiložené schéma zapojení a nákresy desek s tištěnými spoji Vám usnadní pochopení principu a odstranění případných závad.

V duchu dobré tradice má k. p. TESLA Brno zájem na tom, aby jeho měřicí přístroje sloužily s maximální přesností zákazníkům. Nemáte-li proto při opravě vhodné kontrolní zařízení nebo dostatek zkušeností, doporučujeme Vám obrátit se na výrobní podnik, který Vám přístroj opraví.

Přístroj zašlete na adresu:

TESLA Brno, k. p., Purkyňova 99, 612 45 Brno
Adresa servisu měřicích přístrojů (pro osobní styk):

TESLA Brno, k. p.,
Servis měřicích přístrojů, Mercova 8a,
612 45 Brno, tel. č. 558 18

Точка измерения	Уровень напряжения	Измерительный прибор
Печать		
21 — 23	75 мВ эфф.	BM 494
22 — 23	1,05 В эфф.	Авомет II

10.7. Более сложные виды ремонта

На заводе-изготовителе прибор подвергается строгому контролю качества деталей и регулировки схем. Процессу разработки и производства уделяется большое внимание и в ряде случаев используются специальные технологические процессы с целью обеспечения сохранения параметров прибора и достижения требуемой точности. Несмотря на это, в процессе эксплуатации из-за старения деталей, воздействия климатических условий и т. д. может появиться неисправность, которая нарушает работоспособность прибора.

При замене вышедших из строя деталей следует использовать только типы, указанные в спецификации электрических деталей. Приложенные электрические схемы и чертежи плат печатного монтажа облегчат понять принцип действия и устранить возможные неисправности.

В соответствии с хорошей традицией предприятия «Тесла» Брно заинтересовано в том, чтобы его измерительные приборы служили заказчику с максимальной точностью. Поэтому, если в Вашем распоряжении нет подходящего контрольного оборудования или достаточного опыта, то рекомендуется обратиться с ремонтом на завод-изготовитель.

Более подробные информации предоставляет
КОВО, внешнеэкономическое предприятие,
Прага, ЧССР

Measuring point	Voltage level	Measuring instrument
Printed circuit board		
21 — 23	75 mV RMS	BM 494
22 — 23	1.05 V RMS	Avomet II

10.7. More involved repairs

The instrument has been submitted by the makers to stringent tests of the quality of the employed components and the alignment of its circuits. The greatest possible care has been devoted to the development and production and in many cases special production technology has been applied in order to attain the required properties of the instrument and ensure its accuracy. However, after lengthy operation, due to the natural ageing of components, atmospheric and climatic conditions, and also other possible adverse influences, a defect may occur which could impair the correct operation of the instrument.

When a defective component has to be exchanged, only such a spare part must be used instead of it which is given in the List of Electrical Components. The enclosed diagrams and drawings of the PCBs will help in comprehending their functions and serve as a guide in locating and remedying a defect.

In order to uphold their good tradition, TESLA Brno, Nat. Corp., are greatly interested in ensuring that their electronic measuring instruments serve the user with maximum accuracy. Therefore, customers who have not the necessary test equipment or experience in repairing sophisticated electronic circuits are advised to entrust repairs to the makers or to their service organization.

Detailed information is available from:

KOVO, Foreign Trade Corporation,
2 Jankovcova,
170 68 Praha 7, Czechoslovakia

11. POKYNY PRO DOPRAVU A SKLADOVÁNÍ

11.1. Doprava

Konstrukce obalu je řešena s ohledem na snížení nepřímých vlivů během dopravy. Dopravu lze uskutečňovat všemi dopravními prostředky. Přístroj však musí být chráněn proti přímým povětrnostním vlivům a působení teplot nižších než -25°C a vyšších než $+55^{\circ}\text{C}$. Krátkodobé zvýšení vlhkosti nemá na vlastní přístroj vliv.

11.2. Skladování

Nezabalený přístroj lze skladovat v prostředí s teplotou $+5^{\circ}\text{C}$ až $+40^{\circ}\text{C}$ při maximální relativní vlhkosti do 80%. Při krátkodobém skladování lze přístroj v továrním obalu skladovat v rozmezí -25°C až $+55^{\circ}\text{C}$ při relativní vlhkosti do 95%.

V obou případech je nutné skladované přístroje chránit proti povětrnostním vlivům uložením ve vhodných prostorách prostých prachu a výparů z chemikálií.

Na skladované přístroje nemá být ukládán žádný další materiál.

11. УКАЗАНИЯ ПО ТРАНСПОРТИРОВКЕ И ХРАНЕНИЮ

11.1. Транспортировка

Конструкция тары решена с учетом уменьшения воздействия косвенных влияний в процессе транспортировки. Транспортировку можно осуществлять с помощью всех транспортных средств. Однако, прибор должен быть защищен от прямого действия погоды, а также от воздействия температуры ниже -25°C и выше $+55^{\circ}\text{C}$. Кратковременное увеличение влажности не оказывает вредного действия на собственно прибор.

11.2. Хранение

Неупакованный прибор можно хранить в среде с температурой $+5^{\circ}\text{C}$ до $+40^{\circ}\text{C}$ при максимальной относительной влажности до 80%. При кратковременном хранении можно прибор в заводской таре хранить в среде с температурой от -25°C до $+55^{\circ}\text{C}$ и при относительной влажности до 95%.

В обоих случаях необходимо хранить приборы защищать от воздействия погоды путем их установки в подходящих помещениях без пыли и химических испарений.

На помещенные на хранение приборы запрещается класть какой либо иной материал.

11. INSTRUCTIONS FOR TRANSPORT AND STORAGE

11.1. Transport

The packing of the instrument has been designed with the aim of maximum possible reduction of all indirect adverse influences during transport, which can be accomplished by any transport means. However, the instrument must be protected against the direct influence of adverse weather conditions and temperatures lower than -25°C or higher than $+55^{\circ}\text{C}$. Transitory increase of the relative humidity above the permissible limit has no detrimental influence on the instrument.

11.2. Storage

When unpacked, the instrument can be stored in surroundings where the temperature is within the range of $+5^{\circ}\text{C}$ to $+40^{\circ}\text{C}$ at a maximum relative humidity of up to 80%.

For a short period of time the instrument can be stored in its original packing where the temperature is within the range of -25°C to $+55^{\circ}\text{C}$ at a relative humidity of up to 95%.

In either case, the instrument must be protected against direct atmospheric influences by placing it in a suitable dustfree room where chemical fumes are not present.

No other material is allowed to be stacked on the shelved instruments.

12. ÚDAJE O ZÁRUCE

Na správnou funkci svých výrobků poskytuje k. p. Tesla Brno záruku v délce stanovené hospodářským zákoníkem č. 109/1964 Sb. ve znění č. 37/1971 Sb. (§§ 198, 135). (Podrobnější údaje o délce záruční doby jsou uvedeny v záručním listě.)

12. УСЛОВИЯ ГАРАНТИИ

Предприятие Тесла Брно гарантирует правильную работу своих изделий в течение гарантийного срока для заказчиков стран-членов СЭВ и им равных, установленного общими условиями СЭВ 1968 г. (§§ 28 - 30).

Более подробные данные о продолжительности гарантийного срока указаны в гарантийном свидетельстве.

12. GUARANTEE

With customers outside Czechoslovakia, the guarantee conditions are agreed upon individually in every case. (Details about the guarantee terms are given in the Guarantee Certificate.)

13. LIST OF ELECTRICAL COMPONENTS

Resistors:

No.	Type	Value	Max. load W	Tolerance ± %	Standard CSSR
R1	Film	560 Ω	1	10	TR 153 560/A
R2	Film	100 Ω	0.25	—	TR 151 100
R3	Wire-wound	27 Ω	6	10	TR 510 27/A
R4	Film	200 Ω	1	5	TR 153 200/B
R5	Film	27 Ω	0.125	10	TR 112a 27/A
R7	Film	150 Ω	0.25	—	TR 151 150
R8	Ceramic	220 Ω	0.5	—	TP 015 220
R9	Ceramic	220 Ω	0.5	—	TP 015 220
R10	Film	220 Ω	0.25	—	TR 151 220
R11	Film	220 Ω	0.25	—	TR 151 220
R12	Film	680 Ω	0.5	—	TR 152 680
R13	Film	680 Ω	0.5	—	TR 152 680
R14	Film	15 kΩ	0.25	—	TR 151 15k
R15	Film	15 kΩ	0.25	—	TR 151 15k
R16	Film	330 Ω	0.25	—	TR 151 330
R17	Film	330 Ω	0.25	—	TR 151 330
R18	Film	470 kΩ	0.25	—	TR 151 M47
R19	Film	32.8 Ω	0.125	0.5	TR 161 32j8 ±0.5%-I
R20	Film	3.3 kΩ	0.125	10	TR 212 3K3/K
R21	Film	1.5 kΩ	0.125	20	TR 212 1K5/M
R22	Film	2.01 kΩ	0.125	1	TR 161 2k01 ±1%
R23	Potentiometer	2.5 kΩ + 250 kΩ	—	—	1AN 692 83
R24	Potentiometer	330 Ω	5	—	1AN 690 93
R25	Potentiometer	5 kΩ	0.2	—	TP 190 12E 5k/N
R26	Film	560 Ω	0.25	10	TR 151 560/A
R27	Wire-wound	0.332 Ω	—	0.5	1AK 668 76
R28	Wire-wound	0.715 Ω	—	0.5	1AK 668 77
R29	Wire-wound	2.26 Ω	—	0.5	1AK 668 78
R30	Wire-wound	7.15 Ω	—	0.5	1AK 668 79
R31	Film	71.5 Ω	0.125	0.5	TR 161 71j5 ±0.5%-I
R32	Film	226 Ω	0.125	1	TR 161 226 ±1%
R33	Film	715 Ω	0.125	1	TR 161 715 ±1%
R34	Film	2 kΩ	0.25	1	TR 106 2k/D
R35	Film	22 kΩ	0.25	1	TR 106 22k/D
R36	Film	220 kΩ	0.25	1	TR 106 M22/D
R37	Film	2.2 MΩ	0.25	1	TR 106 2M2/D

No.	Type	Value	Max. load W	Tolerance ± %	Standard CSSR
R38a	Film	10 MΩ	0.5	1	TR 107 10M/D
R38b	Film	2 MΩ	0.25	1	TR 106 2M/D
R39	Wire-wound	220 MΩ	250 V	—	1AK 652 96
R40	Wire-wound	47 Ω	2	—	TR 636 47
R41	Film	820 Ω	1	10	TR 181 820/A
R42	Film	10 kΩ	0.25	—	TR 151 10k
R43	Film	100 kΩ	0.25	—	TR 151 M1
R44	Film	1 MΩ	0.25	—	TR 151 1M
R45	Film	10 MΩ	0.5	1	TR 107 10M/D
R46	Wire-wound	0.065 Ω	—	2	1AK 668 80
R47	Wire-wound	0.604 Ω	—	0.5	1AK 668 81
R48	Wire-wound	6.04 Ω	—	0.5	1AK 668 82
R49	Film	60.4 Ω	0.125	1	TR 161 60j4 ±1%
R50	Film	604 Ω	0.125	1	TR 161 604 ±1%
R51	Film	3.65 kΩ	0.125	1	TR 161 3k65 ±1%
R52	Film	3.65 kΩ	0.125	1	TR 161 3k65 ±1%
R53	Wire-wound	0.369 Ω	—	0.5	1AK 668 83
R54	Wire-wound	3.32 Ω	—	0.5	1AK 668 84
R55	Film	33.2 Ω	0.125	1	TR 161 33j2 ±1%
R56	Film	332 kΩ	0.125	1	TR 161 332 ±1%
R57	Film	3.32 kΩ	0.125	1	TR 161 3k32 ±1%
R58	Wire-wound	0.035 Ω	—	2	1AK 668 85
R59	Wire-wound	0.332 Ω	—	0.5	1AK 668 78
R60	Wire-wound	3.32 Ω	—	0.5	1AK 668 84
R61	Film	33.2 Ω	0.125	1	TR 161 33j2 ±1%
R62	Film	332 Ω	0.125	1	TR 161 332 ±1%
R63	Film	3.32 kΩ	0.125	1	TR 161 3k32 ±1%
R64	Film	1 MΩ	0.25	1	TR 106 1M/D
R65a	Film	3×10 MΩ	0.5	1	TR 107 10M/D
R65b	Film	1.8 MΩ	0.25	1	TR 106 1M6/D
R66	Ceramic	33 kΩ	0.5	—	TP 011 33k
R67	Film	3.65 kΩ	0.125	1	TR 161 3k65 ±1%
R68	Film	10 Ω	0.125	20	TR 212 10R/M
R69	Film	4.7 Ω	0.125	20	TR 212 4j7/M
R70	Film	0.1 MΩ	0.125	10	TR 211 M1/K

Rx — adjustable value
R65* = 3×R65a + R65b

Capacitors:

No	Type	Value	Max. DC voltage V	Tolerance $\pm \%$	Standard Code
C1	Electrolytic	200 μ F	70	—	TE 988 G2
C2	Electrolytic	200 μ F	35	—	TE 988 G2
C3	Electrolytic	500 μ F	35	—	TE 988 G3
C4	Electrolytic	500 μ F	35	—	TE 988 G3
C5	Electrolytic	500 μ F	35	—	TE 988 G5
C6	Electrolytic	50 μ F	35	—	TE 988 50M
C7	Electrolytic	50 μ F	35	—	TE 988 50M
C8	Electrolytic	100 μ F	35	—	TE 988 G1
C9	Electrolytic	100 μ F	35	—	TE 988 G1
C10	Ceramic	0.1 μ F	12.5	+30 -20	TK 782 100n/Z
C11	Electrolytic	5 μ F	15	—	TE 984 5M
C12	Electrolytic	5 μ F	15	—	TE 984 5M
C13	Ceramic	0.1 μ F	12.5	+30 -20	TK 782 100n/Z
C14	Electrolytic	100 μ F	8	—	TE 981 G1
C15	Ceramic	220 pF	40	20	TK 774 220/M
C16	Ceramic	470 pF	40	20	TK 724 470p/M
C17	Ceramic	0.1 μ F	12.5	+30 -20	TK 782 100n/Z
C18	Electrolytic	100 μ F	35	—	TE 986 G1 - PVC
C19	Electrolytic	100 μ F	35	—	TE 986 G1 - PVC
C20	Electrolytic	50 μ F	8	—	TE 981 50M - PVG
C21	Electrolytic	50 μ F	8	—	TE 981 50M - PVC
C22	Ceramic	10 000 pF	40	+50 -20	TK 744 10n/S
C23	Electrolytic	5 μ F	50	—	TC 975 5M
C24	Electrolytic	5 μ F	50	—	TC 975 5M
C25	Ceramic	3300 pF	40	20	TK 724 3n3/M
C26	Ceramic	3300 pF	40	20	TK 724 3n3/M
C27	Ceramic	10 000 pF	40	+50 -20	TK 744 10n/S
C28	Ceramic	10 000 pF	40	+50 -20	TK 744 10n/S
C29	Ceramic	3300 pF	40	20	TK 724 3n3/M

Transformers and coils:

Component	Designation	Drawing No.	No. of tap	No. of turns in mm	Wire \varnothing
Transformer	TR1	1AN 887 14			
Coil		1AK 625 21	1-2	715	0.2
			2-3	600	0.15
			4-5	158	0.315
			6-7	258	0.15
			8-9	14	0.315
			9-11	88	0.315
			12-13	147	0.1
			13-14	147	0.1
			15	2	0.1 \times 27.5

Further electrical components:

Drawing No.	Component	Type - Value
	Diode D1	KY130/300
	Zener diode D2, D3	7N270
	Diode D4, D5, D6, D7, D10, D11	KY130/150
	Zener diode D8, D9	KZZ71
	Zener diode D12, D13	KZZ76
	Diode D14 + D20	KA261
	Integrated circuit IO1	MAA502
	Glow-lamp	100 V/ 0.25 mA
	Measuring instrument M1	MP80; 100 μ A
		1AN 108 19
		1AP 777 74

14. PRÍLOHY

14. ПРИЛОЖЕНИЯ

14. ENCLOSURES

Měření U_{CES}

Príklad:

KSY81; $B = 10$; $I_C = 100 \text{ mA}$; $I_B = 10 \text{ mA}$

Измерение U_{CES}

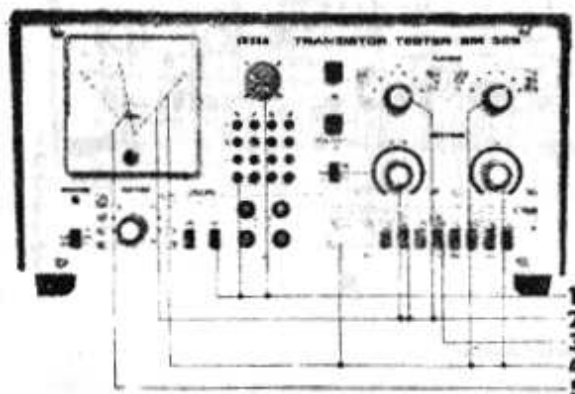
Пример:

KSY81; $B = 10$; $I_C = 100 \text{ mA}$; $I_B = 10 \text{ mA}$

Measurement of U_{CES}

Example:

KSY81; $B = 10$; $I_C = 100 \text{ mA}$; $I_B = 10 \text{ mA}$



Postup:

1. Stiskneme tlačítko PNP, nasune se tranzistor do držáku a propojíme kolíky svorkovnice.
2. Stiskneme tlačítko I_B a přepínačem rozsah I_B a potenciometrem nastavíme I_B na 10 mA podle měřidla $I_B = 10 \text{ mA}$.
3. Potom stiskneme tlačítko U_{CES} (tlačítko I_B vyskočí).
4. Stiskneme tlačítko I_C a nastavíme potenciometrem U_{CE} hodnotu I_C na 100 mA, rozsah I_C na 100 mA.
5. Pustíme tlačítko I_C a měřidlo ukazuje např. 36 d. t. $U_{CES} = 0,36 \text{ V}$.

Порядок работы:

1. Нажать на кнопку р-п-р, установить транзистор в держатель, соединить штифты клеммника.
2. Нажать на кнопку I_B и переключателем предел I_B и потенциометром I_B установить по прибору $I_B = 10 \text{ mA}$.
3. Затем нажать на кнопку U_{CES} (кнопка I_B отпущается).
4. Нажать на кнопку I_C и установить потенциометром U_{CE} значение I_C 100 mA, предел I_C 100 mA.
5. Отпустить кнопку I_C и прибор показывает, например, 36 делений, т. е. $U_{CES} = 0,36 \text{ V}$.

Procedure:

1. The push-button PNP has to be depressed, the transistor inserted into the holder and the plugs in the combination field arranged.
2. The push-button I_B has to be depressed and the deflection $I_B = 10 \text{ mA}$ set with the I_B range selector and the potentiometer for I_B adjustment.
3. The push-button U_{CES} has to be depressed (the push-button I_B jumps out).
4. After depressing the push-button I_C , the given value $I_C = 100 \text{ mA}$ has to be set with the potentiometer U_{CE} . The I_C range selector has to be set to 100 mA.
5. After releasing the push-button I_C , the meter indicates e. g. 36 divisions, i. e. $U_{CES} = 0,36 \text{ V}$.

Měření y_{21e}

Příklad:

KF521, N-kanál, prac. bod $U_{CE} = 6 \text{ V}$; $U_{GE} = 0 \text{ V}$

Измерение y_{21e}

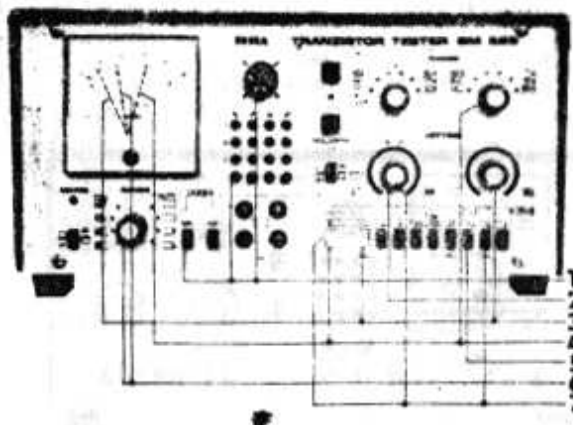
Пример:

KF521, N-канал, рабочая точка $U_{CE} = 6 \text{ V}$; $U_{GE} = 0 \text{ V}$

Measurement of y_{21e}

Example:

KF521; N-channel; working point: $U_{CE} = 6 \text{ V}$; $U_{GE} = 0 \text{ V}$



Postup:

1. Stiskneme tlačítko N - kanál (tj. NPN), nasadíme FET do držáku a propojíme kolíky svorkovnice.
2. Potenciometr nastavení U_G vytočíme na nulu (levý doraz).
3. Stiskneme tlačítko U_{CE} a nastavíme podle stupnice měřidla $U_{CE} = 6 \text{ V}$.
4. Pustíme tlačítko U_{CE} a stiskneme tlačítko I_C a přepneme rozsah I_C na takovou hodnotu, až měřidlo ukazuje v rozsahu stupnice, např. na rozsahu $I_C = 10 \text{ mA}$ je $I_C = 6,8 \text{ mA}$. (To je proud pro $U_{GE} = 0 \text{ V}$).
5. Pustíme I_C a stiskneme tlačítko y_{21e} .
6. Přepneme rozsah y_{21e} do příslušné polohy např. 10 mS a na stupnici odečteme např. 38 d. tj. $3,8 \text{ mS}$.
7. Chceme-li měřit při jiném napětí U_G v rozsahu -25 V až $+25 \text{ V}$, nastavíme U_G při stisknutí tlačítka U_G podle stupnice měřidla na rozsahu 30 V na požadovanou hodnotu. Proud FETu odečítáme po stisknutí tlačítka I_C a rozsahu I_C .

Порядок работы:

1. Нажать на кнопку N - канал (т. е. n-p-n), установить транзистор FET в держатель и соединить штифты клеммника.
2. Потенциометр установки U_G установить в положение нуля (левый упор).
3. Нажать на кнопку U_{CE} и установить по шкале прибора $U_{CE} = 6 \text{ V}$.
4. Отпустить кнопку U_{CE} и нажать на кнопку I_C и переключить предел I_C на такое значение, чтобы прибор давал отклонение по центру шкалы, например, на пределе $I_C = 10 \text{ mA}$, $I_C = 6,8 \text{ mA}$. (Т. е. ток для $U_{GE} = 0 \text{ V}$).
5. Отпустить I_C и нажать на кнопку y_{21e} .
6. Установить предел y_{21e} по соответствующему положению, например, 10 mS по шкале отсчитать, например, 38 делений, т. е. $3,8 \text{ mS}$.
7. Если требуется проводить измерение при другом напряжении U_G в пределах -25 V до $+25 \text{ V}$, то необходимо установить U_G по шкале прибора на пределе 30 V . Ток транзистора FET отсчитывается после нажатия на кнопку I_C по пределу I_C .

Procedure:

1. The push-button for N-channel (NPN) has to be depressed, the FET inserted into the holder and the plugs in the combination field arranged.
2. The potentiometer U_G has to be turned fully counter-clockwise [to zero].
3. The push-button U_{CE} has to be depressed and the given voltage $U_{CE} = 6 \text{ V}$ set on the scale of the meter.
4. The push-button U_{CE} has to be released and the push-button I_C depressed. Such an I_C range has to be selected within which the meter indicates a deflection e. g. $I_C = 6,8 \text{ mA}$ in the 10 mA range [this is the current at $U_{GE} = 0 \text{ V}$].
5. The push-button I_C has to be released and the push-button y_{21e} depressed.
6. The appropriate y_{21e} range (e. g. 10 mS) has to be selected and the deflection of the meter e. g. 38 divisions, i. e. $3,8 \text{ mS}$, read.
7. If the measurement has to be carried out at another voltage U_G within the range -25 V to $+25 \text{ V}$, then the push-button U_G has to be depressed and the required U_G value set on the 30 V scale of the meter. The current of the tested FET can be read within the selected I_C range after depressing the push-button I_C .

Měření h_{21e}

ST

Příklad:

tranzistor KF508, NPN, prac. bod 10 V, 5 mA

Измерение h_{21e}

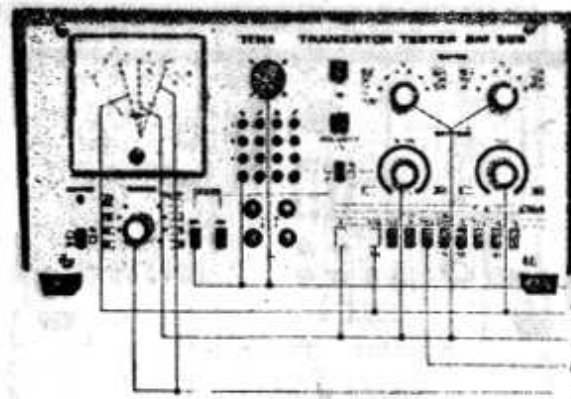
Пример:

транзистор KF508, n-p-n, рабочая точка 10 В, 5 мА

Measurement of h_{21e}

Example:

Transistor KF508; NPN; working point: 10 V, 5 mA



Zapojení patice
Цоколевка
Base contacts

Postup:

1. Stiskneme tlačítko NPN, nasuneme tranzistor do držáku a propojíme kolíky svorkovnice.
2. Stiskneme tlačítko U_{CE} a nastavíme podle stupnice měřidla $U_{CE} = 10$ V.
3. Pustíme tlačítko U_{CE} a stiskneme I_C , rozsah I_C přepneme do polohy $I_C = 10$ mA, zvolíme rozsahem I_B takovou hodnotu, aby nastavením I_B šel nastavit proud $I_C = 5$ mA tj. 50 d.
4. Pustíme tlačítko I_C a stiskneme tlačítko h_{21e} .
5. Pustíme I_C a stiskneme tlačítko h_{21e} (I_B) a na měř. $h_{21e} = 250$.

Přidání přídavku h_{21e} 2 m2
stupnicí lineární přídavku
25 dílků t.č. 201 - 01

Порядок работы:

1. Нажать на кнопку n-p-n, задвинуть транзистор в держатель и соединить штифты клеммника.
2. Нажать на кнопку U_{CE} и установить по шкале прибора $U_{CE} = 10$ В.
3. Отпустить кнопку U_{CE} и нажать на кнопку I_C , предел I_C переключить в положение $I_C = 10$ мА. Устанавливая предел I_C , выбрать такое значение, чтобы, устанавливая I_B , можно было установить ток $I_C = 5$ мА, т. е. 50 делений.
4. Отпустить кнопку I_C и нажать на кнопку h_{21e} .
5. Переключить предел h_{21e} и по шкале отсчитать 25 делений, т. е. $h_{21e} = 250$.

Procedure:

1. The push-button NPN has to be depressed, the transistor inserted into the holder and the plugs in the combination field arranged.
2. The push-button U_{CE} has to be depressed and the given value $U_{CE} = 10$ V set on the meter scale.
3. The push-button U_{CE} has to be released and the push-button I_C depressed. The I_C range of 10 mA has to be selected; then, such an I_B range has to be set which enables the setting of the given value of $I_C = 5$ mA, i. e. 50 divisions, by means of the I_B control.
4. The push-button I_C has to be released and the push-button h_{21e} depressed.
5. The h_{21e} range has to be selected and e. g. 25 divisions read on the scale, i. e. $h_{21e} = 250$.

Měření h_{21E}

Příklad:

KF506, NPN, 10 V, 10 mA

Измерение h_{21E}

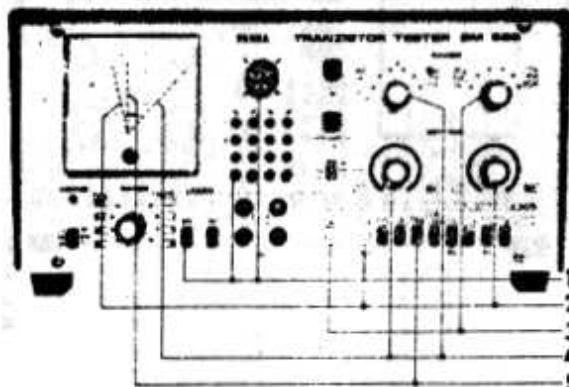
Пример:

KF506, n-p-n, 10 В, 10 мА

Measurement of h_{21E}

Example:

KF506; NPN; 10 V; 10 mA



Zapojení patice
Цоколевка
Base contacts

Postup:

1. Stiskneme tlačítko NPN, nasuneme tranzistor do držáku a propojíme kolíky svorkovnice.
2. Stiskneme tlačítko U_{CE} a knoflíkem U_{CE} nastavíme na měřidlo 10 V.
3. Pustíme tlačítko U_{CE} a stiskneme tlačítko I_C , rozsah I_C přepneme na 10 mA.
4. Zvolíme rozsahem I_B takovou hodnotu, aby potenciometrem I_B šel nastavit proud $I_C = 10$ mA (na červenou značku).
5. Pustíme I_C a stiskneme tlačítko h_{21E} (I_B) a na měřidle na červené stupnici h_{21E} odečteme např. 5. Potom

$$h_{21E} = 5 \cdot \frac{\text{rozsah } I_C}{\text{rozsah } I_B} = 5 \cdot \frac{10 \text{ mA}}{1 \text{ mA}} = 50.$$

Порядок работы:

1. Нажать на кнопку n-p-n, вставить транзистор в держатель и соединить штифты клеммника.
2. Нажать на кнопку U_{CE} и кнопкой U_{CE} установить по прибору 10 В.
3. Отпустить кнопку U_{CE} и нажать кнопку I_C , предел I_C установить 10 мА.
4. Выбирая предел I_B , установить такое значение, чтобы потенциометром I_B можно было установить ток $I_C = 10$ мА (по красному индексу).
5. Отпустить кнопку I_C и нажать на кнопку h_{21E} (I_B) и по измерительному прибору (по красной шкале) h_{21E} отсчитать, например, 5. В этом случае

$$h_{21E} = 5 \cdot \frac{\text{предел } I_C}{\text{предел } I_B} = 5 \cdot \frac{10 \text{ мА}}{1 \text{ мА}} = 50.$$

Procedure:

1. After depressing the push-button NPN, the transistor has to be inserted into the holder and the plugs in the combination field arranged.
2. The push-button U_{CE} has to be depressed and 10 V set on the meter by means of the U_{CE} control.
3. After releasing the push-button U_{CE} and depressing the push-button I_C , the range of $I_C = 10$ mA has to be set.
4. Such an I_B range has to be selected which enables the setting of the given current $I_C = 10$ mA (to the red mark) by means of the potentiometer I_B .
5. After releasing the push-button I_C and depressing the push-button h_{21E} (I_B), the reading on the red h_{21E} scale will be e. g. 5. Then,

$$h_{21E} = 5 \cdot \frac{I_C \text{ range}}{I_B \text{ range}} = 5 \cdot \frac{10 \text{ mA}}{1 \text{ mA}} = 50.$$

Měření zbytkových proudů I_{CBO} a I_{CEO}

Příklad:

KF173; NPN; $U_{CE} = 20\text{ V}$

Измерение остаточных токов I_{CBO} и I_{CEO}

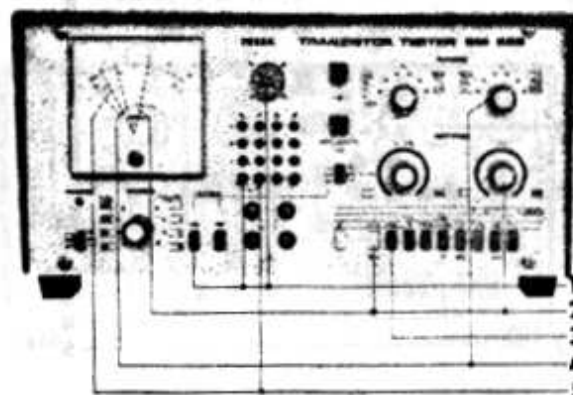
Пример:

KF173; n-p-n; $U_{CE} = 20\text{ V}$

Measurement of the residual currents I_{CBO} and I_{CEO}

Example:

KF173; NPN; $U_{CE} = 20\text{ V}$



Zapojení patice
Цоколевка
Base contacts

Postup:

1. Stiskneme tlačítko NPN, nasadíme tranzistor do držáku a propojíme kolíčky svorkovnice.
2. Stiskneme tlačítko U_{CE} a knoflíkem U_{CE} nastavíme $U_{CE} = 20\text{ V}$.
3. Spustíme tlačítko U_{CE} a stiskneme tlačítko I_{CBO} .
4. Rozsah I_C přepneme do příslušné polohy např. $I_C = 1\text{ }\mu\text{A}$ a na měřidle odečteme 30 d. tj. $0,3\text{ }\mu\text{A} = I_{CBO}$.
5. Přesunutím kolíčku [E] svorkovnice měříme I_{CEO} (vyznačené čárkovaně); pak měřidlo ukazuje např. 16 d. tj. $160\text{ nA} = I_{CEO}$.

Порядок работы:

1. Нажать на кнопку n-p-n, установить транзистор в держатель и соединить штифты клеммника.
2. Нажать на кнопку U_{CE} и ручкой U_{CE} установить $U_{CE} = 20\text{ В}$.
3. Отпустить кнопку U_{CE} и нажать кнопку I_{CBO} .
4. Предел I_C переключить в требуемое положение, например, $I_C = 1\text{ мкА}$ и по прибору отсчитать 30 делений, т. е. $0,3\text{ мкА} = I_{CBO}$.
5. Путем перемещения штифта Е коммутатора измерить I_{CEO} (показано пунктиром). В этом случае прибор показывает, например, 16 делений, т. е. $160\text{ нА} = I_{CEO}$.

Procedure:

1. The push-button NPN has to be depressed, the transistor inserted into the holder and the plugs in the combination field arranged.
2. After depressing the push-button U_{CE} , the value $U_{CE} = 20\text{ V}$ has to be set by means of the U_{CE} control.
3. The push-button U_{CE} has to be released and the push-button I_{CBO} depressed.
4. The appropriate I_C range, e. g. of $1\text{ }\mu\text{A}$, has to be set and e. g. 30 divisions, i. e. $0,3\text{ }\mu\text{A}$ (which is the residual I_{CBO}), read on the meter.
5. The position of the plug E must be altered (as marked with a dashed line) and the I_{CEO} value measured; the meter indicates e. g. 16 divisions, i. e. $I_{CEO} = 160\text{ nA}$.

Měření diod

Příklad:

GA204 — máme zjistit napětí U_{AK} pro přední proud 1 mA

Измерение диодов

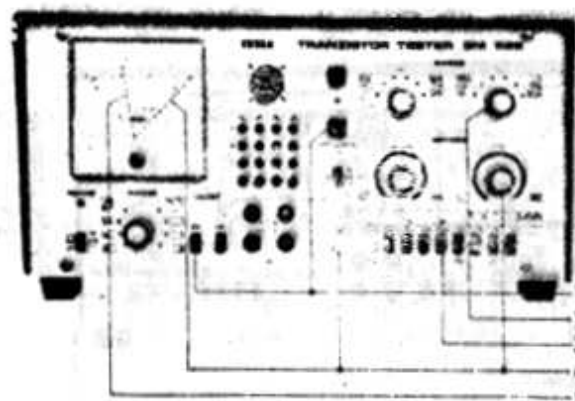
Пример:

GA204 — необходимо определить напряжение U_{AK} для прямого тока 1 mA

Measurement of diodes

Example:

GA204. The voltage U_{AK} for a forward current of 1 mA is sought.



Postup:

1. Stiskneme tlačítko NPN, měřenou diodu zasuneme do držáku anodou na +.
2. Rozsah I_C přepneme na 1 mA.
3. Stiskneme tlačítko U_{CE} .
4. Stiskneme tlačítko I_C a nastavíme pomocí regulace U_{CE} pro $I_C = 1$ mA.
5. Tlačítko I_C pustíme a měřidlo ukazuje např. 35. d. tj. na 1 V rozsahu 0,35 V = U_{AK} .

Poznámka:

Závěrný proud I_{KA} měříme po přepnutí na PNP. Nastavíme opět U_{CE} a podle rozsahu I_C a výchylky odečteme I_{KA} . Např. pro $U_{KA} = 20$ V je $I_{KA} = 8 \mu A$.

Порядок работы:

1. Нажать на кнопку n-p-n, измеренный диод вставить в держатель анодом к +.
2. Предел I_C установить на 1 mA.
3. Нажать на кнопку U_{CE} .
4. Нажать на кнопку I_C и с помощью регулировки U_{CE} установить $I_C = 1$ mA.
5. Кнопку I_C отпустить и прибор показывает, например, 35 делений, т. е. на предел 1 В 0,35 В = U_{AK} .

Примечание:

Обратный ток I_{KA} измеряется после переключения в режим p-n-p. Опять установить U_{CE} и по пределу I_C и отклонению отсчитать I_{KA} . Например, для $U_{KA} = 20$ В, $I_{KA} = 8 \mu A$.

Procedure:

1. The push-button NPN has to be depressed and the diode to be measured inserted into the diode holder with its anode connected to +.
2. The I_C range of 1 mA has to be selected.
3. The push-button U_{CE} must be depressed.
4. Whilst keeping the push-button I_C depressed, the given $I_C = 1$ mA has to be set with the U_{CE} control.
5. After releasing the push-button I_C , the meter indicates e. g. 35 divisions within the 1 V range i. e. $U_{AK} = 0.35$ V.

Note:

The cut-off current I_{KA} can be measured after switching over to PNP. After setting the U_{CE} value once more, the I_{KA} value can be read within the selected I_C range, e. g. at $U_{KA} = 20$ V, the value $I_{KA} = 8 \mu A$.

Měření Zenerova napětí U_Z

Příklad:

KZZ75; $I_Z = 5 \text{ mA}$

Измерение напряжения Зенера U_Z

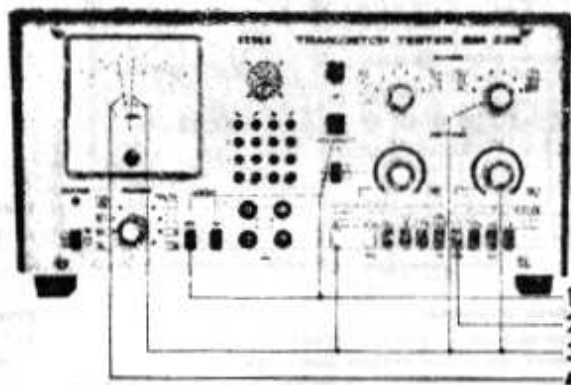
Пример:

KZZ75; $I_Z = 5 \text{ mA}$

Measurement of the Zener voltage U_Z

Example:

KZZ75; $I_Z = 5 \text{ mA}$



Postup:

1. Stiskneme tlačítko NPN, diodu nasuneme do držáku diod katodou na značku +.
2. Stiskneme tlačítko U_Z .
3. Stiskneme tlačítko I_C a zařadíme rozsah I_C , např. 50 mA a napětí U_{CE} nastavíme na takovou hodnotu, při níž měřidlo ukáže 50 d. tj. $I_Z = 5 \text{ mA}$.
4. Pustíme tlačítko I_C a měřidlo ukazuje U_Z na stupnici s rozsahem 30 V např. při 11 d., tj. $11 \text{ V} = U_Z$.

Порядок работы:

1. Нажать на кнопку n-p-n, диод вставить в держатель диодов катодом к +.
2. Нажать на кнопку U_Z .
3. Нажать на кнопку I_C и установить предел, например, 50 mA, и напряжение U_{CE} установить таким, чтобы измерительный прибор давал отклонение 50 делений, т. е. $I_Z = 5 \text{ mA}$.
4. Отпустить кнопку I_C , и измерительный прибор показывает U_Z по шкале с пределом 30 В, например, при 11 делениях $U_Z = 11 \text{ В}$.

Procedure:

1. The push-button NPN has to be depressed and the diode inserted into the diode holder with its cathode connected to +.
2. The push-button U_Z has to be depressed.
3. The push-button I_C has to be depressed and a suitable I_C range selected, e. g. 50 mA. Such a U_{CE} value must be set at which the meter indicates 50 divisions, i. e. the given $I_Z = 5 \text{ mA}$.
4. After releasing the push-button I_C , the meter indicates e. g. 11 divisions on the 30 V scale i. e. $U_Z = 11 \text{ V}$.

Měření tyristorů

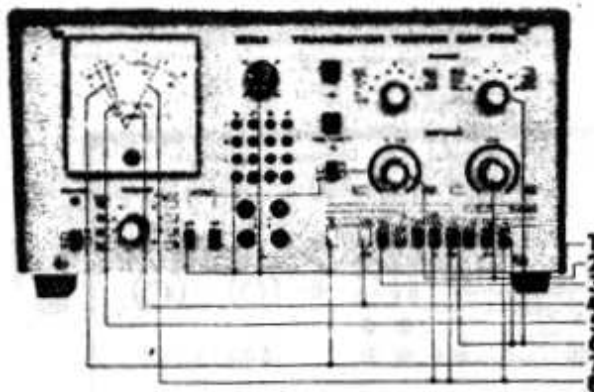
Příklad: KT501; PNP

Измерение тиристоров

Пример: KT501, p-n-p-n

Measurement of thyristors

Example: KT501; PNP



Měřené veličiny:

- zbytkový proud v propustném směru I_{FD}
- spínací proud řídící elektrody I_{CT}
- úbytek tyristoru v propustném směru U_T

Postup:

- Pro tyristor typu PNP stiskneme tlačítko NPN, tyristor dasuneme do držáku (K-E, G-B, A-C).
- Potenciometry U_G a U_{CE} vytočíme doleva na nulu.
- Stiskneme tlačítko I_{CEO} .
- Stiskneme tlačítko U_{CE} a potenciometrem U_{CE} nastavíme např. 25 V.
- Pustíme U_{CE} a měřidlo ukazuje např. na rozsahu I_C 10 μA hodnotu 25 d., tj. $I_{FD} = 2.5 \mu A$.
- Stiskneme současně tlačítko I_B a U_Z , rozsah I_C na 100 mA.
- Zvětšujeme U_G z nulové hodnoty otáčením potenciometru U_G při stisknutém tlačítku I_C a v okamžiku, kdy naskočí anodový proud tyristoru, pustíme tlačítko I_C a měřidlo ukazuje I_{CT} , např. pro rozsah I_B 10 mA je vřehyika 15 d., tj. $I_{CT} = 1.5 \text{ mA}$.
- Stiskneme tlačítko U_{CES} (tlačítko I_B a U_Z vyskočí) a měřidlo ukazuje na rozsahu 1 V hodnotu 78 d., tj. $U_T = 0.78 \text{ V}$.

Poznámka:

TRIAC měříme stejně jako tyristor, ale měříme jak při NPN tak i PNP.

Измеряемые величины:

- остаточный ток в прямом направлении I_{FD}
- ключающий ток управляющего электрода I_{CT}
- падение напряжения на тиристоре в прямом направлении U_T

Порядок работы:

- Для тиристора типа p-n-p-n нажать на кнопку p-n-p, тиристор вставить в держатель (K-E, G-B, A-C).
- Потенциометры U_G и U_{CE} повернуть в левое крайнее положение, на ноль.
- Нажать на кнопку I_{CEO} .
- Нажать на кнопку U_{CE} и потенциометром U_{CE} установить, например, 25 В.
- Отпустить кнопку U_{CE} и измерительный прибор показывает, например, на пределе $I_C = 10 \text{ мкА}$ значение 25 делений, т. е. $I_{FD} = 2.5 \text{ мкА}$.
- Нажать одновременно кнопки I_B и U_Z , предел I_C 100 мА.
- Увеличивать U_G , начиная с нуля вращения потенциометра U_G при нажатой кнопке I_C , и в момент появления анодного тока тиристора, отпустить кнопку I_C и прибор показывает I_{CT} , например, на пределе $I_B = 10 \text{ мА}$ отклонение составляет 15 делений, т. е. $I_{CT} = 1.5 \text{ мА}$.
- Нажать на кнопку U_{CES} (кнопки I_B и U_Z отскакивают) и прибор на пределе 1 В дает отклонение 78 делений, т. е. $U_T = 0.78 \text{ В}$.

Примечание:

Триак измеряется аналогично тиристору, однако измеряется как при p-n-p, так и при p-n-p.

Data sought:

- Residual current I_{FD} in the forward direction.
- Switching current I_{CT} of the control electrode.
- Voltage drop U_T in the forward direction.

Procedure:

- The push-button NPN (for a PNP thyristor) has to be depressed and the thyristor inserted into the holder (K-E, G-B, A-C).
- The potentiometers U_G and U_{CE} must be set to zero (counterclockwise).
- The push-button I_{CEO} has to be depressed.
- The push-button U_{CE} has to be depressed and U_{CE} set to e. g. 25 V with the potentiometer U_{CE} .
- After releasing the push-button U_{CE} , with e. g. the range $I_C = 10 \mu A$ selected, the meter indicates 25 divisions, i. e. $I_{FD} = 2.5 \mu A$.
- After depressing the push-buttons I_B and U_Z simultaneously, the I_C range of 100 mA has to be selected.
- The U_G value has to be increased starting with zero, by turning the potentiometer U_G whilst keeping the push-button I_C depressed. At the moment when the anode current starts to flow, the push-button I_C must be released; the meter indicates the I_{CT} value, e. g. for the 10 mA I_B range, the deflection of 15 divisions, thus $I_{CT} = 1.5 \text{ mA}$.
- When the push-button U_{CES} is depressed, the push-buttons I_B and U_Z jump out; the meter indicates e. g. 78 divisions within the 1 V range; thus, $U_T = 0.78 \text{ V}$.

Note:

A triac can be measured in the same manner, however the measurement has to be carried out twice, with the push-buttons NPN and PNP depressed.

Měření y_{21e} FETů v obvodech

Příklad:

KF521; $U_{CE} = 10 \text{ V}$; $U_{GE} = 0 \text{ V}$

Измерение y_{21e} транзисторов FET в схемах

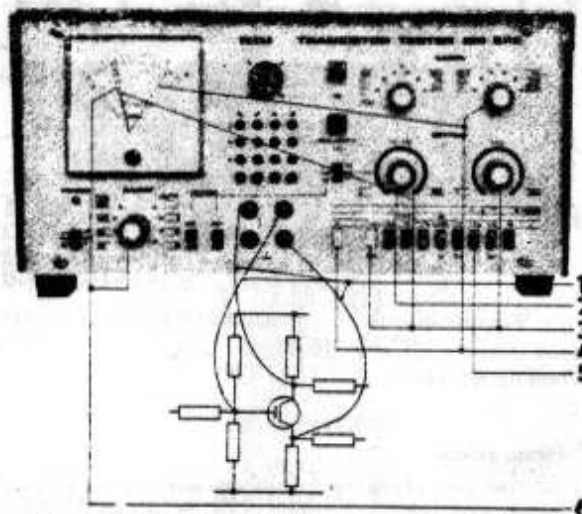
Пример:

KF521, $U_{CE} = 10 \text{ В}$, $U_{GE} = 0 \text{ В}$

Measurement of y_{21e} of FETs connected in circuits

Example:

KF521; $U_{CE} = 10 \text{ V}$; $U_{GE} = 0 \text{ V}$



Postup:

1. Stiskneme tlačítko N - kanál (NPN), měřený FET připojíme flexošňurami podle označení elektrod ke zdířkám CBE na panelu BM 529.
2. Potenciometr nastavení U_G vytočíme na nulu.
3. Stiskneme tlačítko U_{CE} a nastavíme podle stupnice měřidla $U_{CE} = 10 \text{ V}$.
4. Pustíme tlačítko U_{CE} a zkontrolujeme I_C stisknutím tlačítka I_C při zaplazeném příslušném rozsahu I_C např. 10 mA . Odečteme např. 85 d., tj. 8.5 mA .
5. Stiskneme tlačítko y_{21e} .
6. Přepneme rozsah y_{21e} do příslušné polohy např. 10 mA/V a na stupnici odečteme např. 29 d., tj. 2.9 mA/V .

Порядок работы:

1. Нажать на кнопку N - канал (n-p-n), измеряемый FET подключить шнурами в соответствии с обозначением электродов к зажимам CBE на панели BM 529.
2. Потенциометр U_G установить в положение нуля.
3. Нажать на кнопку U_{CE} и установить по шкале прибора $U_{CE} = 10 \text{ В}$.
4. Отпустить кнопку U_{CE} и проконтролировать I_C , нажав на кнопку I_C , при установленном соответствующем пределе I_C , например, 10 mA . Отсчитать, например, 85 делений, т. е. 8.5 mA .
5. Нажать на кнопку y_{21e} .
6. Переключить предел y_{21e} в соответствующее положение, например, 10 mA/V и по шкале отсчитать, например, 29 делений, т. е. 2.9 mA/V .

Procedure:

1. The FET has to be connected by means of flexes to the sockets C, B, E on the panel according to the electrode markings, and the push-button NPN for an N - channel depressed.
2. The potentiometer U_G has to be turned to zero (counterclockwise).
3. The push-button U_{CE} has to be depressed and the given $U_{CE} = 10 \text{ V}$ set on the meter scale.
4. After releasing the push-button U_{CE} , with a suitable I_C range selected, e. g. 10 mA , the I_C has to be checked by depressing the push-button I_C . The reading will be e. g. 85 divisions, i. e. 8.5 mA .
5. The push-button y_{21e} must be depressed.
6. With the appropriate y_{21e} range selected e. g. 10 mA/V , the meter indicates e. g. 29 divisions, i. e. 2.9 mA/V .

Měření h_{21E} tranzistoru zapojeného v obvodech

Пример:

KF506; NPN; zapojený v obvodech

Postup:

1. Měřený tranzistor připojíme flexošňurami podle označení elektrod ke zdírkám CBE na panelu BM 529. Stiskneme tlačítko NPN.
2. Stiskneme tlačítko I_B V OBVODECH.
3. Potenciometrem nastavení I_B a přepnutím rozsahu I_B nastavíme proud do báze obvykle 1 mA podle stupnice měřidla (pro tranzistory s $h_{21E} > 100$ nastavíme I_B 100 μA nebo 10 μA).
4. Stiskneme tlačítko I_C a odečteme proud kolektoru podle rozsahu I_C např. pro rozsah $I_C = 100$ mA odečteme 58 d., tj. $I_C = 58$ mA. Potom

$$h_{21E} = \frac{58 \text{ mA}}{1 \text{ mA}} = 58.$$

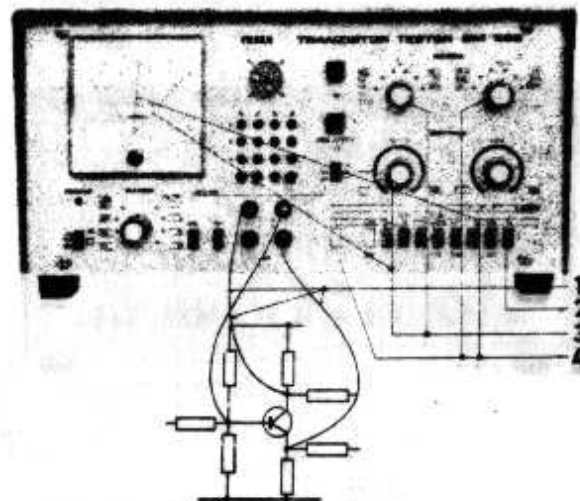
Poznámka:

Při měření h_{21E} v obvodech můžeme postupovat také tak, že nastavíme nejprve požadovaný I_C na některém rozsahu I_C na červenou tečku při stisknutí tlačítka I_C a po uvolnění tlačítka I_C můžeme odečíst I_B na měřidle (podle zapojeného rozsahu I_B) a veličinu h_{21E} odečíst na červené stupnici a vynásobit poměrem zapojených rozsahů $\frac{I_C}{I_B}$.

Измерение h_{21E} транзистора, включенного в схему

Пример:

KF506, п-р-п. включено в схему



Порядок работы:

1. Измеряемый транзистор подключить шнурами по обозначению электродов к зажимам CBE на панели BM 529. Нажать кнопку п-р-п.
2. Нажать на кнопку I_B в цепях.
3. Потенциометром установки I_B и переключателем пределов I_B установить ток базы, как правило, 1 mA по шкале прибора (для транзисторов с $h_{21E} > 100$ установить I_B 100 мкА или 10 мкА).
4. Нажать на кнопку I_C и отсчитать ток коллектора по пределу I_C , например, для предела $I_C = 100$ mA отсчитать 58 делений, т. е. $I_C = 58$ mA. В этом случае

$$h_{21E} = \frac{58 \text{ mA}}{1 \text{ mA}} = 58.$$

Примечание:

При измерении h_{21E} в цепях можно поступать также так, что сначала устанавливается требуемый I_C на одном из пределов I_C по красной точке при нажатой кнопке I_C и после отпускания кнопки I_C можно отсчитать I_B по прибору (по установленному пределу I_B). Величину h_{21E} отсчитать по красной шкале и умножить на отношение установленных пределов $\frac{I_C}{I_B}$.

Measurement of h_{21E} of transistors connected in circuits

Example:

KF506; NPN; connected in circuits

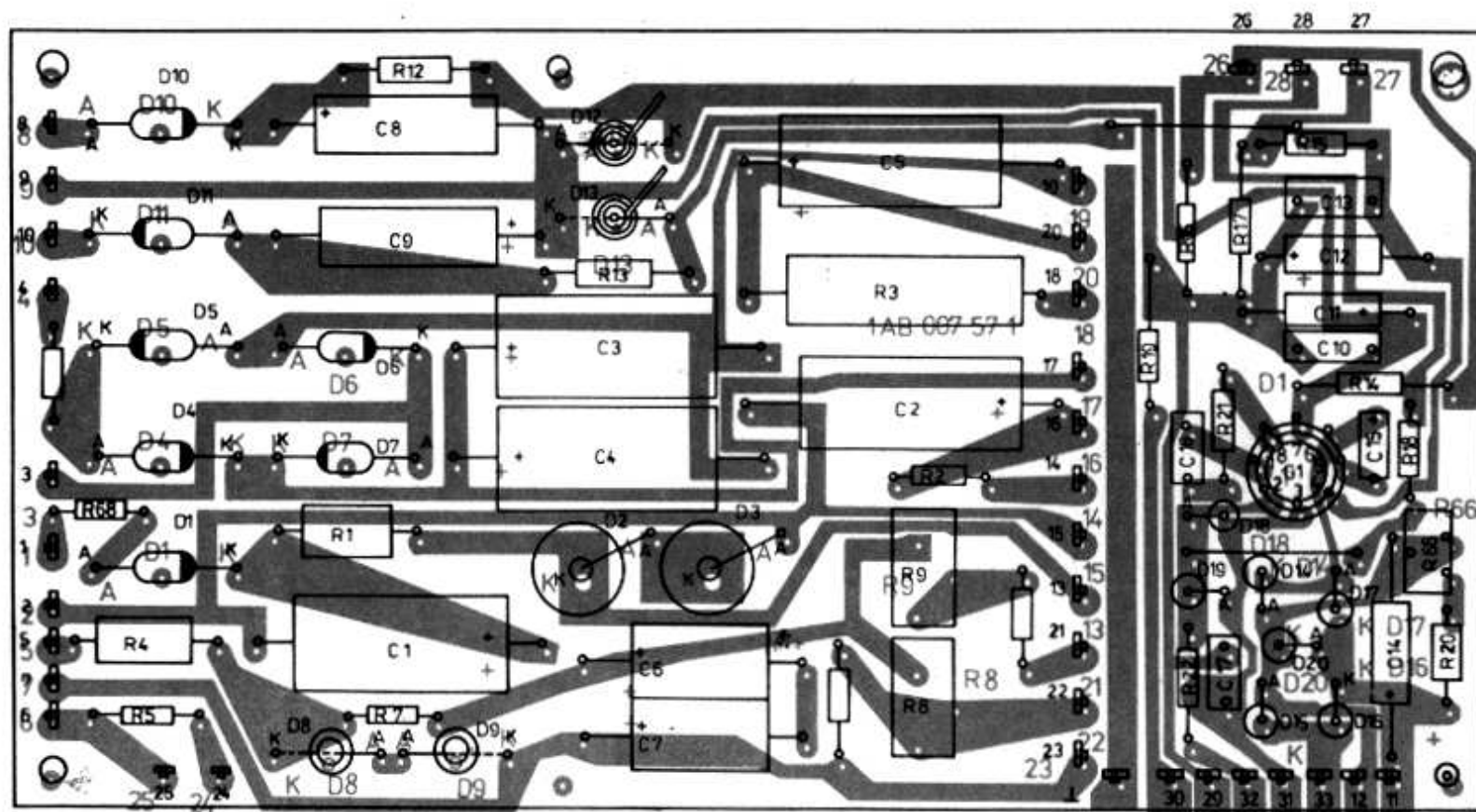
Procedure:

1. The transistor to be measured has to be connected by means of flexes to the sockets C, B, E on the panel according to the electrode markings. The push-button NPN must be depressed.
2. The push-button I_B IN CIRCUITS has to be depressed.
3. The base current, usually 1 mA, has to be set on the scale of the meter by means of the potentiometer I_B with the appropriate I_B range selected. (For transistors with $h_{21E} > 100$, $I_B = 100 \mu A$ or 10 μA has to be set).
4. After depressing the push-button I_C , the collector current can be read dependent on the selected I_C range, e. g. within the range 100 mA the result is 58 divisions, i. e. $I_C = 58$ mA. Consequently,

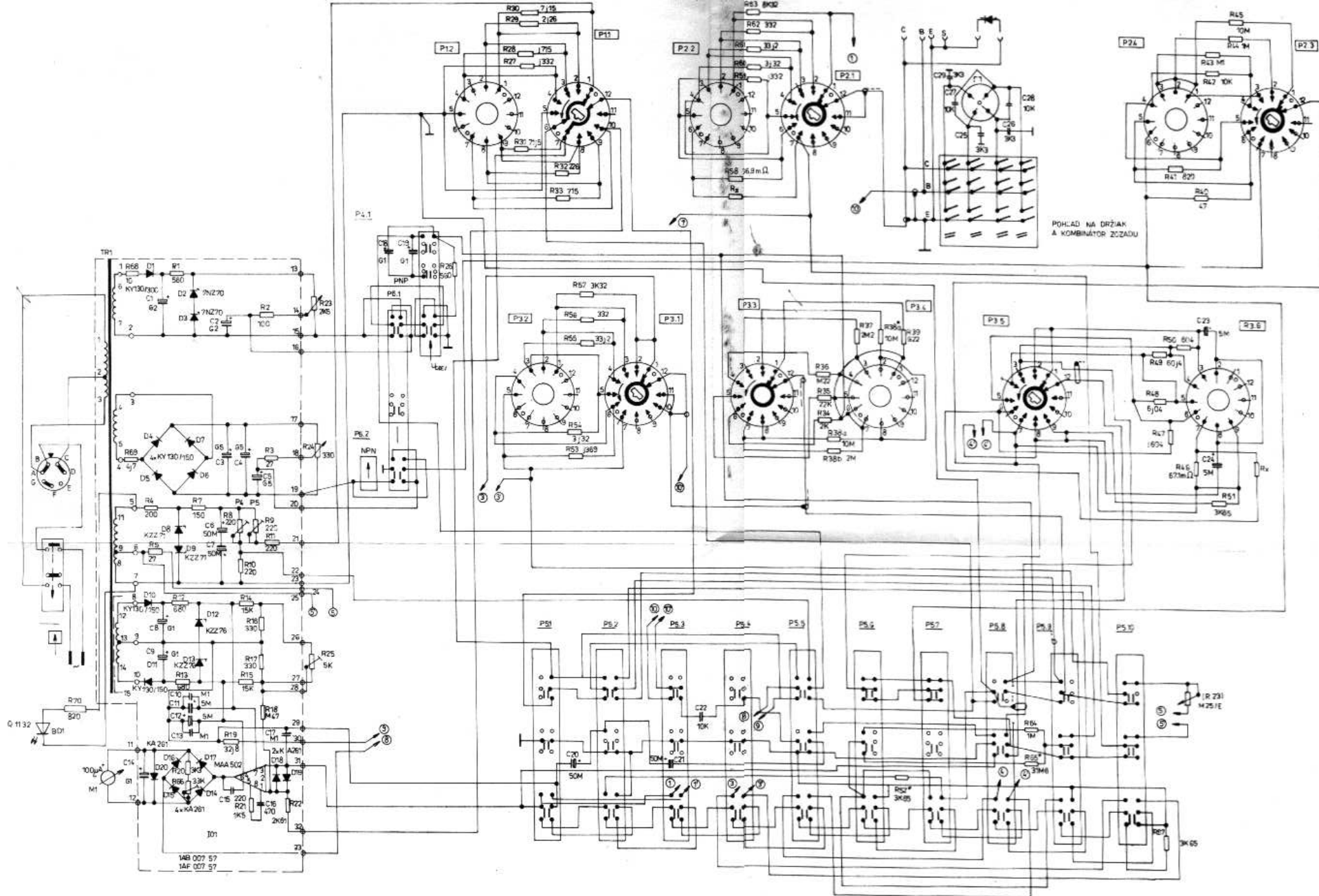
$$h_{21E} = \frac{58 \text{ mA}}{1 \text{ mA}} = 58.$$

Note:

When the value h_{21E} of a transistor connected in a circuit has to be measured, it is possible also to proceed as follows: The required I_C value has to be set to the red mark within one of the I_C ranges, whilst keeping the push-button I_C depressed. After releasing the push-button I_C , the current I_B can be read on the scale (dependent on the I_B range selected). Then, the value of h_{21E} has to be read on the red scale and multiplied by the ratio $\frac{I_C}{I_B}$ of the selected ranges.



1AF 007 57
BM 529/11



POSLEDNÉ OZNAČENIE

100

R10 R38* ZLOŽENÝ Z ODPOROV R38a, R38b

129 R65* ZLOŽENÝ Z ODPOROV R65a, R65b

SMER STLAČENIA



HODNOTY ODPOROV

R45 - 670Ω ± 0,5% A R58 - 369mΩ ± 5%

DOSTAŤNÝ ODPOROV R_x - MEDENÝ DRÔT ø 0,5mm

BM 529 - SKUŠAČ TRANZISTOROV - schéma